

1-1-1998

Plan de ordenamiento ambiental territorial para la industria extractiva y de carbón en el municipio de Ráquira

Blanca Cristina Olarte Pinilla
Universidad de La Salle, Bogotá

Carlos Arturo Marín Puentes
Universidad de La Salle, Bogotá

Follow this and additional works at: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria

Citación recomendada

Olarte Pinilla, B. C., & Marín Puentes, C. A. (1998). Plan de ordenamiento ambiental territorial para la industria extractiva y de carbón en el municipio de Ráquira. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/1299

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ingeniería at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Ingeniería Ambiental y Sanitaria by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

**PLAN DE ORDENAMIENTO AMBIENTAL
TERRITORIAL PARA LA INDUSTRIA
EXTRACTIVA Y DE CARBÓN EN EL
MUNICIPIO DE RAQUIRA**

BLANCA CRISTINA OLARTE PINILLA Cod. 41942601
CARLOS ARTURO MARIN PUENTES Cod. 41922007

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
SANTAFÉ DE BOGOTÁ, D.C.
1998**



**PLAN DE ORDENAMIENTO AMBIENTAL
TERRITORIAL PARA LA INDUSTRIA
EXTRACTIVA Y DE CARBÓN EN EL
MUNICIPIO DE RAQUIRA**

BLANCA CRISTINA OLARTE PINILLA Cod. 41942601
CARLOS ARTURO MARIN PUENTES Cod. 41922007

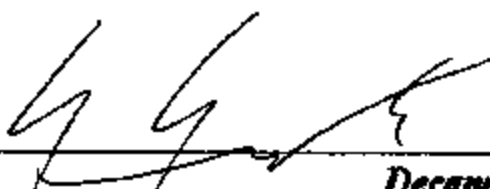
**Tesis para optar el título de
Ingeniero Ambiental y Sanitario**

Director
MANUEL HORACIO PINILLA REYYES
Economista


UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
SANTAFÉ DE BOGOTÁ, D.C.
1998



Nota de aceptación



Decano




Director



Codirector



Jurado



Jurado

Santafé de Bogotá, 11 de Mayo de 1998



Artículo 95:
“Ni la Universidad
ni el asesor
ni el jurado calificador
son responsables
de las ideas expuestas
por el graduando”

*A Dios, que siempre me acompaña.
A mis Padres, por su perseverancia y apoyo durante toda mi vida.
A mis hermanos, por su compañía y cariño a través de los años.
A todas Mis Amigas, por su paciencia y entusiasmo durante todo momento.
A ti Carlos, por tu amor que día a día fortalece nuestras vidas.*

Cristina

*A Dios, por ser mi guía y acompañarme en todo momento.
A mi Padre (Q.E.P.D), por haberme inculcado la responsabilidad
y valentía en momentos difíciles.
A mi Madre, por su valor, apoyo incondicional y voto de confianza
para lograr este éxito.
A mis hermanas, por su apoyo y motivación en el transcurso de la
carrera.
A ti Cristina, por tu cariño y alegría que fortalecen día a día el logro de nuestros
éxitos.*

Carlos Arturo

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

MANUEL HORACIO PINILLA REYES, Economista, Magister en Gestión Ambiental Municipal y jefe de la Subdirección de planeación de la Corporación Autónoma Regional CAR, Director de la tesis. Por su apoyo e interés incesante, su colaboración y consejo.

HECTOR LAVERDE, Tecnólogo en Saneamiento Ambiental, Asesor de la tesis, por su apoyo incondicional, su empeño y asistencia en todo momento.

CARMENZA ROBAYO, Ingeniera Sanitaria y jefe de la Subdirección de Calidad Ambiental, de la Corporación Autónoma Regional C A R, por su apoyo, confianza e Impulsadora de la labor investigativa en esta área.

A nuestros jurados, YESMITH SANTOS Y MIGUEL GAMBOA por su colaboración y tiempo disponible durante el desarrollo del proyecto.

AL MUNICIPIO DE RAQUIRA, por la invaluable información suministrada en el transcurso del proyecto.

UNIVERSIDAD DE LA SALLE, PROFESORES Y DIRECTIVAS por los conocimientos impartidos durante la carrera.

Y a todos aquellos a los que de una u otra manera colaboraron en alcanzar este éxito.

CONTENIDO

	PAGINA
INTRODUCCION	
1. MARCO TEÓRICO	4
2. MARCO LEGAL	8
3. GENERALIDADES	10
3.1. ASPECTOS DEMOGRAFICOS	10
3.1.1. Contexto histórico	10
3.1.2. Localización geográfica	10
3.1.3. Población	11
3.1.4. Distribución de la zona rural	13
3.1.5. Tendencias urbanas y rurales	13
3.2. ASPECTOS URBANOS Y RURALES	15
3.2.1. Desarrollo urbano y asentamientos	15
3.2.2. Infraestructura de transporte	16
3.2.3. Redes viales y estado	16
3.2.4. Servicios públicos	17
3.2.4.1. Acueducto	17
3.2.4.2. Alcantarillado	18
3.2.4.3. Energía	19
3.2.4.4. Aseo	19
3.2.4.5. Telefonía	20
3.2.4.6. Plaza de mercado	20
3.2.4.7. Plaza de ferias	20
3.2.4.8. Matadero	21
3.3. ASPECTOS CLIMATOLÓGICOS	21
3.3.1. Precipitación	21
3.3.2. Temperatura	22
3.3.3. Humedad	25
3.3.4. Vientos	25
3.3.5. Nubosidad	25

3.4. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS	27
3.4.1. Industria	27
3.4.2. Minería	28
3.4.2.1 Carbón	29
3.4.3. Comercio	32
3.4.4. Agropecuario	33
3.5. ASPECTOS DE SALUBRIDAD	34
3.5.1. Salud	34
3.5.2. Morbilidad y mortalidad	35
3.6. ASPECTOS EDUCACIONALES Y CULTURALES	35
3.6.1. Establecimientos de enseñanza	35
3.6.2. Centros culturales	36
4. SISTEMA DE SUSTENTACIÓN NATURAL	38
4.1. GEOLOGÍA	38
4.1.1. Geomorfología	38
4.1.1.1. Estratigrafía	39
4.1.2. Geología estructural	48
4.1.3. Geología económica	49
4.2. SUELOS	50
4.2.1. Uso actual	53
4.2.2. Uso potencial	56
4.2.3. Zonificación para los usos del suelo	57
4.3. HIDROLOGÍA	58
4.3.1. Agua superficial	58
4.3.2. Agua subterránea	58
4.4. FLORA	58
4.5. FAUNA	60
5. BASE EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS	65

5.1.	ROSA DE LOS VIENTOS	65
5.2.	HORNOS	68
5.2.1.	Inventario de hornos	68
5.2.2.	Hornos a base de carbón	71
5.2.2.1.	Forma	71
5.2.2.2.	Materiales de fabricación	71
5.2.2.3.	Consumo de carbón	72
5.3.	MATERIAS PRIMAS ARTESANALES	73
5.3.1.	Procedimiento seguido en el empleo de las arcillas	73
5.3.2.	Otras materias primas	74
5.4.	ENCUESTA	75
5.4.1.	Diseño	75
5.4.2.	Muestreo	75
5.4.3.	Análisis	77
5.4.3.1.	Infraestructura de los hornos	78
5.4.3.2.	Combustible	82
5.5.	ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AIRE	96
5.5.1.	Factores de emisión	90
5.5.2.	Modelo de dispersión de los contaminantes	92
5.5.2.1.	Material particulado producido a partir de la arcilla	92
5.5.2.2.	Material particulado y gases producidos por el carbón	94
5.5.2.3.	Cálculo de la altura efectiva de la chimenea	95
5.5.2.3.1.	Altura efectiva total	98
5.5.2.4.	Cálculo de la concentración máxima en línea a nivel del suelo	100
6.	RESULTADOS	122
6.1.	PROBLEMÁTICA AMBIENTAL	122
6.1.1.	Patología ambiental	130
6.1.2.	Análisis de conflictos ambientales	132
6.2.	MANEJO AMBIENTAL	132
7.	PROPUESTA DE ORDENAMIENTO AMBIENTAL	144
7.1.	DEFINICIÓN	144
7.2.	JUSTIFICACIÓN	144
7.2.1.	Base legal	144

7.2.2.	Base técnico – ambiental	145
7.2.3.	Base salud	145
7.3.	METODOLOGÍA UTILIZADA PARA LA FORMULACIÓN DE LA ZONIFICACIÓN FINAL	146
7.4	USOS DEL SUELO	150
8.	CONCLUSIONES	151
9.	RECOMENDACIONES	154
BIBLIOGRAFIA		
ANEXOS		

LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Censos anteriores	11
Tabla 2. Vivienda particular	16
Tabla 3. Velocidad y dirección del viento más predominante	25
Tabla 4. Unidades carboníferas según tamaño, producción y Personal	29
Tabla 5. Número de explotaciones mineras por técnicas de trabajo	31
Tabla 6. Otros minerales en Ráquira	31
Tabla 7. Establecimientos públicos	32
Tabla 8. XVI Censo nacional de población y V de vivienda 1993. Municipio de Ráquira	33
Tabla 9. Manto de carbón del sector sur (Ráquira – Samacá)	50
Tabla 10. Datos de producción año 1993	55
Tabla 11. Frecuencia de la dirección y velocidad del viento Observados a intervalos horarios	66
Tabla 12. Valores finales corregidos	68
Tabla 13. Hornos existentes en el Municipio de Ráquira	70
Tabla 14. Análisis de la prueba piloto	77
Tabla 15. Altura de la chimenea	79
Tabla 16. Diámetro de la chimenea	82
Tabla 17. Combustible utilizado	85
Tabla 18. Cantidad de arcilla	88
Tabla 19. Concentraciones máximas	99
Tabla 20. Concentraciones de Óxidos de Azufre	104
Tabla 21. Concentraciones de Óxidos de Nitrógeno	106
Tabla 22. Concentraciones de Partículas de Carbón	108
Tabla 23. Concentraciones máximas para Óxidos de Azufre	110
Tabla 24. Concentraciones máximas para Óxidos de Nitrógeno	111
Tabla 25. Concentraciones máximas para Partículas de Carbón	112
Tabla 26. Partículas de carbón	123
Tabla 27. Óxidos de azufre	124
Tabla 28. Oxidos de nitrógeno	124

LISTA DE FIGURAS

	PAGINA
Figura 1. Límites	12
Figura 2. Mapa vial	14
Figura 3. Valores totales mensuales de precipitación	23
Figura 4. Valores medios mensuales de temperatura	24
Figura 5. Rosa de los vientos (Periodo 9 años)	26
Figura 6. Explotaciones mineras	30
Figura 7. Mapa geológico	49
Figura 8. Mapa de suelos	54
Figura 9. Histograma de frecuencias. Altura de la chimenea	80
Figura 10. Histograma de frecuencias. Diámetro de la chimenea	83
Figura 11. Histograma de frecuencias. Combustible utilizado	86
Figura 12. Histograma de frecuencias. Cantidad de arcilla	89
Figura 13. Modelo de dispersión con la fuente virtual a una altura efectiva, H_v , de la chimenea	96
Figura 14. Isolíneas de concentraciones (SO_x).	113
Figura 15. Isolíneas de concentraciones (NO_x).	114
Figura 16. Isolíneas de concentraciones (Partículas de carbón)	115
Figura 17. Formación de polígonos	117
Figura 18. Distribución de (SO_2)	118
Figura 19. Distribución de (NO_2)	119
Figura 20. Distribución del material particulado	120
Figura 21. Área crítica	121
Figura 22. Porcentajes de dispersión para partículas de carbón	125
Figura 23. Porcentajes de dispersión para óxidos de azufre	126
Figura 24. Porcentajes de dispersión para óxidos de nitrógeno	127

LISTA DE ANEXOS

- Anexo A. Metodología del plan de ordenamiento ambiental**
- Anexo B. Datos de precipitación**
- Anexo C. Datos de temperatura**
- Anexo D. Datos de nubosidad**
- Anexo E. Índices de Morbimortalidad**
- Anexo F. Unidades de tierra identificadas.**
- Anexo G. Rosa de los vientos.**
- Anexo H. Encuesta.**
- Anexo I. Factores de emisión.**
- Anexo J. Efectos producidos por partículas de carbón**

LISTA DE MAPAS

- Mapa 1. Uso actual del suelo**
- Mapa 2. Zonificación preliminar**
- Mapa 3. Mapa de isopletas**
- Mapa 4. Zonificación final**

INTRODUCCION

Frente a la situación de degradación actual de los recursos naturales, fruto de las políticas económicas de los diferentes países, se suelen tomar actitudes de indiferencia, observando dicha degradación como algo natural e inherente a la población.

En la actualidad, la dimensión ambiental ha tomado relevancia en el contexto internacional, de forma tal que se ha hecho prioritaria para los países la realización de su contabilidad ambiental, para conocer así sus restricciones y potencialidades de desarrollo.

Colombia ha comenzado a concientizarse frente a la problemática ambiental, preocupándose por la preservación de su biodiversidad y orientando sus políticas de desarrollo hacia un desarrollo sostenible.

Para orientar este desarrollo sostenible, el país ha organizado su gestión ambiental a partir de las Corporaciones Autónomas Regionales y del Ministerio del Medio Ambiente.

Una de las directrices de la nueva política ambiental, es la realización de "Planes de Ordenamiento Ambiental", en donde se destaca el componente ambiental como eje de la planificación del desarrollo, de tal forma que se compatibilice el uso de los recursos naturales con las actividades económicas de la población.

El presente estudio contiene estrategias para la optimización de los recursos naturales y alternativas de integración funcional de los sectores, se proyectó el crecimiento y desarrollo urbano y rural de forma armónica y funcional con el entorno, identificando aquellos

espacios, actividades y fortalezas que podrían impulsar un proceso abierto e integrado de competitividad y productividad.

De igual forma en el plan se involucra la identificación de zonas que presentan amenaza natural y asentamientos vulnerables, las áreas destinadas a la protección y preservación del patrimonio ambiental, en relación al problema de la contaminación atmosférica presente en el área objeto de estudio.

En la ejecución del proyecto se empleó un diseño metodológico, el cual inicia con un diseño descriptivo para llegar a ser parte del diseño experimental.

La investigación descriptiva es la forma de estudio para saber quien, donde, cuando, como y por qué del sujeto del estudio; cumpliendo las siguientes condiciones:

- ◆ Describe y relaciona los componentes ambientales propios del municipio.
- ◆ Identifica la presencia de un grupo específico que tiene ciertas características de interés particular, como lo es la industria alfarera.
- ◆ Asocia cada uno de los elementos que conforman el sistema de sustentación natural como base para la zonificación del uso del suelo.
- ◆ Según las características anteriores se abordaron los aspectos generales para establecer teorías que permitan identificar relaciones y plantear estrategias las cuales proveen una guía para el ordenamiento territorial.

El diseño experimental es determinado por la dirección y control que el investigador tiene sobre los hechos, aquí el investigador es quien provoca el fenómeno o sea manipula la variable independiente; teniendo en cuenta las siguientes condiciones:

- ❖ Para determinar las características de los hornos, tanto del grupo de estudio como de control, se realizó un muestreo de tipo aleatorio.
- ❖ Por medio del uso de encuestas se obtuvo la información base, la cual fue tabulada, para ser parte del modelo de dispersión del aire. Al mismo tiempo se hizo la localización de los hornos como parte del inventario desarrollado en in situ.
- ❖ Manipular mediante un modelo de dispersión los datos obtenidos en campo, para crear situaciones artificiales de la vida real. Para ello se hace necesario realizar la rosa de los vientos, al igual que crear condiciones climatológicas mediante el análisis estadístico. Por último recurrir a factores de emisión que caracterizan a cada uno de los contaminantes presentes en la zona, con el fin de estimar las concentraciones emitidas por los hornos.

Analizados los aspectos generales y el sistema de sustentación natural, se procede a utilizar como herramienta fundamental la superposición de cartografía de cada uno de los mapas, involucrando el mapa de contaminación atmosférica (isopletras), para llegar a formular las estrategias del plan de ordenamiento ambiental territorial.

1. MARCO TEORICO

El hombre a través de sus procesos económicos y sociales ha entrado a girar en torno al problema de disponibilidad de recursos y potencialidades de los mismos, en donde el hombre se convierte en el usufructo de dichos recursos, alterando sus ciclos y equilibrio interno, lo que ligado a sus estilos de desarrollo, la relación hombre – naturaleza ha llevado al planteamiento de numerosas tesis frente al manejo de los recursos, las cuales pretenden plantear alternativas de cambio estructurales en los estilos de desarrollo, encaminados a favorecer el uso racional de los recursos naturales.

Existen concepciones que van desde evitar el consumismo voraz de los recursos, pasando por aquellos que persiguen limitar el crecimiento poblacional, hasta las que reducen la problemática ambiental a los problemas de contaminación atmosférica y a la política de el que “contamina paga”.

Es por ello que en la actualidad se busca una concepción más viable que busque un desarrollo “sostenible”, acorde a las necesidades de cada región, utilizando como punto de partida la realidad social que se vive, la cual a su vez oriente a buscar las tecnologías apropiadas para dar un manejo adecuado a la explotación de los recursos.

La problemática en el Municipio de Ráquira se aborda ya que el gran desarrollo de la industria de la alfarería causa problemas ambientales afectando la salud y el medio.

El ordenamiento ambiental territorial parte de la proyección y compatibilización territorial (espacial) de las políticas sociales y económicas, en consideración de los principios de desarrollo sostenible.

En cuanto a planificación, la ordenación territorial es un proceso secuencial y cíclico que, orientado hacia objetivos a largo plazo se desarrolla en ciclos de tres fases: Análisis territorial (Análisis, evaluación y prospectiva), Planificación (Estrategias e instrumentación) y Gestión. Ver Anexo A.

Dicho proceso ha de ser democrático, incorporando la participación pública, global, es decir multidisciplinar, funcional/independiente, por tanto, interdisciplinar y prospectiva, estudiando diferentes escenarios futuros. Empleándose también la metodología de la matriz de amenazas – oportunidades – debilidades – fortalezas (DOFA) como instrumento básico a nivel personal para el desarrollo del proyecto.

Desde 1957, el gobierno de nuestro país ha tenido la idea de clasificar sus tierras.

Primero encomendó al I.G.A.C por el decreto Ley No. 240 de 1957, y el estudio creó 4 clases agrícolas.

Luego se lo asignó al INCORA mediante la Ley 135 de 1961, o sea la ley de la reforma agraria, dando como resultado el mapa llamado “Aptitud de explotación de los suelos de Colombia” considerando 8 clases agrícolas. Este mapa fue publicado en 1964.

En el año de 1970 se realizó el "Seminario Nacional de Investigaciones Forestales" organizado por el INDERENA en donde se recomendó elaborar el mapa de áreas forestales del país.

En 1971, como paso previo a la Conferencia de Estocolmo, se convocó a varios especialistas del Tercer Mundo para plantear en el llamado informe de "Foucault", la necesidad de desarrollar con prioridad ambiental. El informe expresó que cada país debe hallar sus propias soluciones, teniendo en cuenta sus problemas peculiares dentro del marco de sus propios valores políticos, sociales y culturales. Por ello la política ambiental deberá ser parte integrante del ámbito global del planteamiento económico y social.

Además, en 1971, se le asignó al Ministerio de Agricultura por recomendación de Comité Evaluador de la reforma agraria "La Zonificación de las Tierras del País". Como resultado, en el año de 1973 el IGAC publicó el mapa correspondiente llamado "Programa Nacional de Inventario y Clasificación de Tierras".

"De ahí en adelante, bajo el Decreto Ley No. 2811 de 1974, surgió la necesidad de zonificar las áreas forestales del país y hoy con la necesidad de ordenar nuestro territorio y bajo el amparo de la Constitución Nacional de 1991¹, la Ley 99 de 1993 y Ley 388 de 1997 se realizó el ordenamiento ambiental del territorio para el Municipio de Ráquira.

¹ INDERENA, Bases metodológicas para la zonificación de áreas forestales, 1977.

1.1. Hipótesis

1.1.1. Las actividades socio - económicas desarrolladas en forma desordenada en el Municipio de Ráquira están causando riesgos naturales y el deterioro en el medio ambiente.

1.1.2. Por falta de planificación en sus actividades se pueden presentar afecciones en la salud de la población.

1.1.3. Considerando las condiciones socio – económicas y ambientales se podrá establecer El Ordenamiento Ambiental del Suelo con el fin de garantizar mejores condiciones de vida.

2. MARCO LEGAL

Se nombra a continuación el marco jurídico ambiental que sustenta el Plan de Ordenamiento Ambiental, se hace referencia a algunas normas a tener en cuenta:

TEMA	NORMA	CONTENIDO
GENERAL	<p>Constitución Política Nacional</p> <p>Decreto Ley 2811 de 1974</p> <p>Ley 99 de 1993 y Decretos Reglamentarios</p> <p>Ley 9 de 1979</p> <p>Ley 11/86 y 12/86</p> <p>Decreto 1533 de 1986</p> <p>Ley 33/86 y Decreto 1344/70</p> <p>Decreto 283 de 1986</p> <p>Ley 388 de 1997</p> <p>Ley 134 de 1994</p> <p>Decreto 1863 de 1994</p> <p>Decreto 1753 de 1994</p> <p>Decreto 2278 de 1953</p> <p>Ley 115/93, Decreto 1753/94</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Derechos y deberes ciudadanos, participación comunitaria, deberes del Estado. ◆ Código de Recursos Naturales Renovables. ◆ Organiza el Sistema Nacional Ambiental y creación del Ministerio del Medio Ambiente. ◆ Código Sanitario Nacional. ◆ Estatuto de Administración Municipal. ◆ Código régimen municipal. ◆ Código Nacional de Tránsito y Transporte. ◆ Almacenamiento y distribución de combustible. ◆ Ordenamiento territorial. ◆ Mecanismos de participación ciudadana. ◆ Planes de gestión ambiental regional de las corporaciones. ◆ Licencias ambientales. ◆ Sacrificio y comercialización de animales. ◆ Proyectos de educación ambiental.

Continuación

TEMA	NORMA	CONTENIDO
AIRE	Decreto 02 de 1982 Decreto 948 de 1993 Resolución 898/1993 Resolución 1351/1995	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Emisiones atmosféricas de fuentes fijas. ◆ Contaminación atmosférica. ◆ Calidad de combustibles líquidos y sólidos. ◆ Estado de emisiones.
AGUA	Decreto 2857 de 1987 y 2024 de 1982 Decreto 1449 de 1977 Decreto 2103 de 1983 Decreto 1594 de 1984 Resolución 2314 de 1986 Acuerdo 58 de 1987 de la CAR Acuerdo 023 de 1993 de la CAR	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Cuencas hidrográficas. ◆ Conservación de recursos en predios rurales. ◆ Suministro de agua potable. ◆ Usos del agua y residuos líquidos. ◆ Concesión de aguas. ◆ Agua y vertimientos. ◆ Reforestación de márgenes hídricos.
FAUNA Y FLORA	Decreto 1608 de 1978 Decreto 1449 de 1977 Decreto 1014 de 1981	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Fauna silvestre. ◆ Áreas forestales protectoras. ◆ Concesión y permisos del recurso forestal.
SUELOS	Decreto 0919 de 1989 Decreto 1946/89-2379/91 y 1929/94 Acuerdo 33 de 1979 de la CAR Decreto 919 de 1989 Decreto 2104 de 1983	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Evaluación de zonas erosivas. ◆ Asistencia técnica agropecuaria-Umatas. ◆ Estatuto de zonificación. ◆ Sistema Nacional de desastres. ◆ Manejo de residuos sólidos.

3. GENERALIDADES

3.1. ASPECTOS DEMOGRAFICOS

3.1.1. Contexto histórico

El Municipio de Raquira fue fundado por el Padre Francisco Orjuela en el año de 1580 y constituido municipio en el año de 1700. Llamado por los conquistadores “Pueblo de los Olleros” por la dedicación de sus pobladores indígenas al trabajo de la cerámica. Todo el contorno del Municipio era adornado con figuras y vasijas de barro. Era tan importante esta actividad que ni la entrada de los españoles los distrajo. Todavía esa industria prehistórica constituye el principal comercio de los campesinos de este municipio.

Raquira en lenguaje indígena significa “Ciudad de las ollas”. Cuando Ra es palabra egipcia, traduce sol y Quira, en idioma chibcha, quiere decir ciudad. Equivale a ciudad del sol. Quizá es también voz mítica y recuerda las estaciones que hizo el primer civilizador indígena.

3.1.2. Localización Geográfica y Regional

El Municipio de Raquira se halla situado a 2152 m.s.n.m., al occidente del departamento de Boyacá. Su cabecera se localiza a los 5°32' de Latitud Norte y 73°38' de Longitud Oeste de Greenwich.

MUNICIPIO DE RÁQUIRA

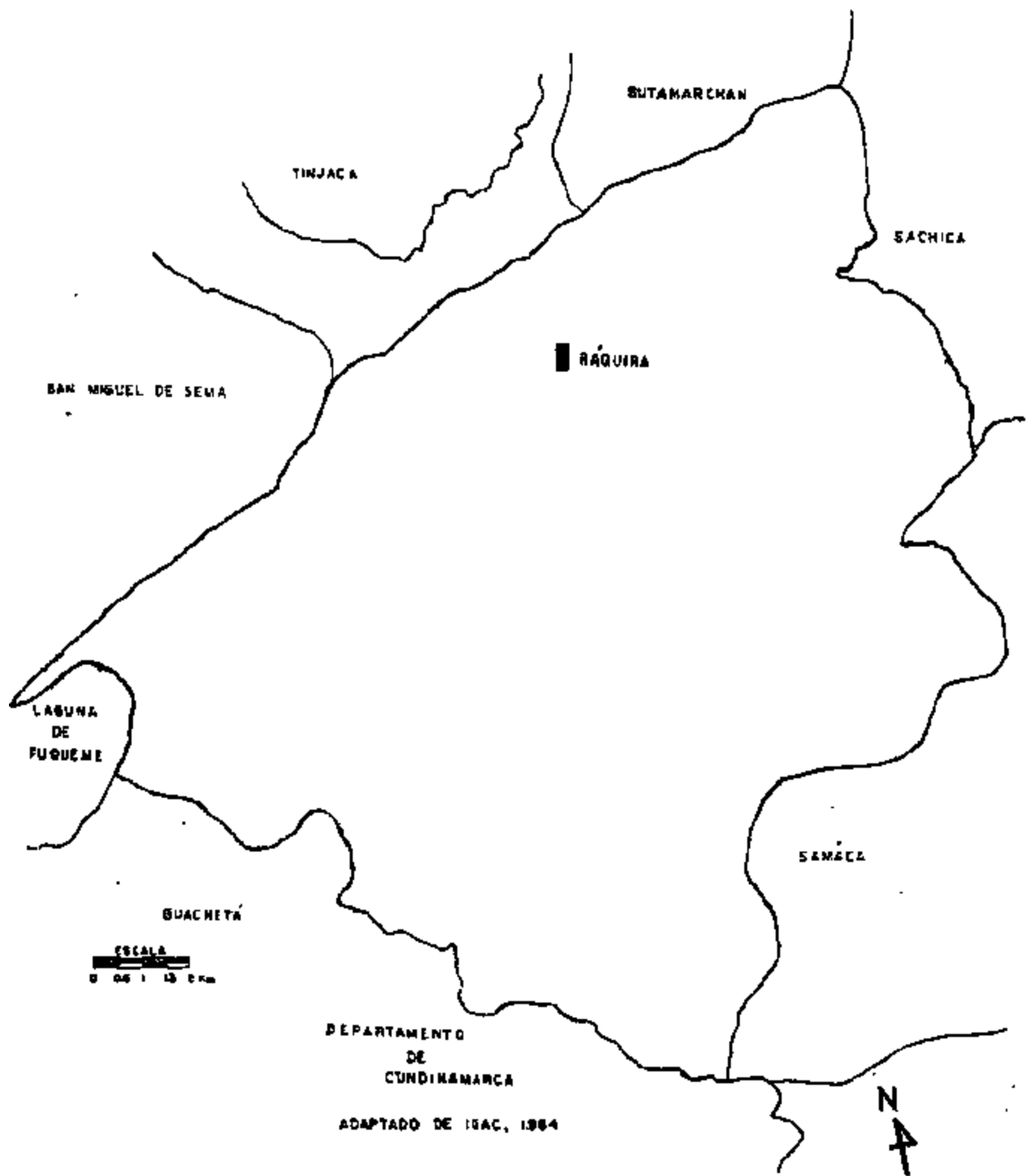


Figura 1. Límites

3.1.4. Distribución de la zona rural

El municipio de Raquira posee un área de 20400 hectáreas, cuenta además de la zona urbana con 20 veredas repartidas así: Ver figura 2.

VEREDA	ÁREA (Ha)
Carapacho	410
Candelaria Oriente	490
Candelaria Occidente	540
Casa Blanca	300
Chingachanga	1130
Firita Peña Arriba	2450
Firita Peña Abajo	2350
Farfán	1350
Gacheneca	1440
Mirque	390
Olleros	550
Pueblo Viejo	950
Quicagota	1110
Rengardo Oriente	750
Rengardo Occidente	1350
Roa	470
San Cayetano	950
Tapias	520
Torres de San Pedro	1400
Valero	1500
Total	20400

3.1.5. Tendencias urbanas y rurales

La tenencia de la tierra en su mayoría minifundista y en general se distribuye de la siguiente manera: un 96% son propietarios de predios, el 3% son arrendatarios y el 1% a parcelas. Se encuentran 6856 predios repartidos en 3870 propietarios; cuenta con vías carretables en

MAPA VIAL - MUNICIPIO DE RAQUIRA

SARRETEABLE POR ORDEN

- 1 RAQUIRA - CANDELARIA
- 2 CANDELARIA - HORIZONTE
- 3 RAQUIRA - CANDELARIA - GUACHETA
- 4 GUACHETA - SAMACA
- 5 RAQUIRA - CAPELLANÍA
- 6 RAQUIRA - TRIS ESCUELAS (ESPECIAL)

SARRETEABLE POR ORDEN

- 2A RAQUIRA - HORIZONTE - CHINGUNCHANGA
- 2B CHINGUNCHANGA - TAPIAS
- 2C TAPIAS - CASABLANCA
- 2D HORIZONTE - SACHANEDA
- 2E HORIZONTE - EL PICAL
- 2F SACHANEDA - CENTRO
- 2G SACHANEDA - TAPIAS
- 3A GUACHETA - CANDELARIA
- 3B GUACHETA - PUEBLO VIEJO - RAQUIRA
- 3D GUACHETA - HORTIÑO
- 3E SAMACA - PUNTA DE AZÚCAR
- 3F PUNTA DE AZÚCAR - SECTOR PUERTAS
- 4A SAMACA - EL PARADO
- 4B SAMACA - PUNTA PEÑA ARRIBA
- 4C SAMACA - PUNTA PEÑA ARRIBA
- 5A GUACHETA - PTO. SALUD DE TORRES
- 5B PTO. SALUD DE TORRES - TRINQUETE
- 5C CAPELLANÍA - OLLERIAS
- 5D OLLERIAS - RESGUARDO OCCIDENTE
- 5E TRIS ESCUELAS - RUA
- 5F RUA - CASABLANCA
- 5G CASABLANCA - LAS VEGAS
- 7 MIRQUE
- 7A MIRQUE - VALERO
- 7C VALERO - LA SAGUNA

LEYENDA

- LIMITE MUNICIPAL
- LIMITE VERTICAL
- PUNTO DE VISTA ESPECIAL
- CAMINO DE RUA, OMBU, CHINGUNCHANGA Y PTO. EL PICAL
- CAMINO DE RUA, OMBU, CHINGUNCHANGA Y PTO. EL PICAL
- CAMINO DE RUA, OMBU, CHINGUNCHANGA Y PTO. EL PICAL
- CAMINO DE RUA, OMBU, CHINGUNCHANGA Y PTO. EL PICAL

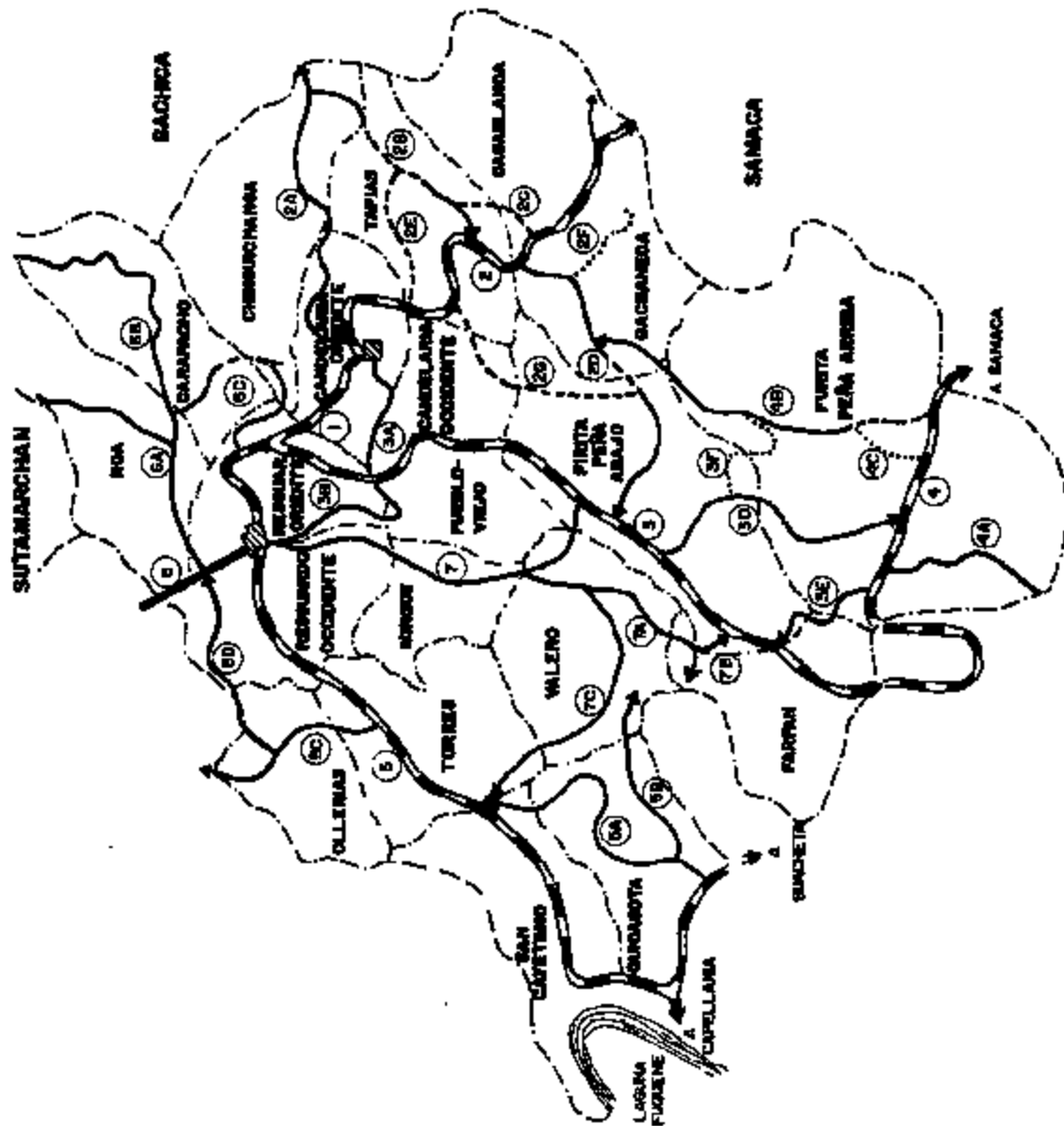


Figura 2. Mapa Vial

regular estado y que comunican a todas las veredas, lo cual facilita que el agricultor lleve sus productos a los mercados locales.

La densidad esta dada en 51 habitantes/hectáreas, además de contar en la parte rural con 9263 habitantes, lo cual nos indica la vocación agrícola del municipio, pero la principal actividad es de la cerámica la cual genera ingresos a gran parte de la población.

3.2. ASPECTOS URBANOS Y RURALES

3.2.1. Desarrollo urbano y asentamientos

Existe insuficiencia de vivienda, se presenta hacinamiento en varios grupos familiares debido a la actividad artesanal, las fabricas ocupan un primer plano, estando en segundo lugar la vivienda, ocasionando problemas ya que al estar fisionados trae como resultados problemas de medio ambiente, salud ocupacional, de estética y desorden urbanístico.

Debido a la falta de un plan urbanístico que regule la tendencia de las construcciones, ha traído como consecuencia para la administración municipal una serie de problemas en cuanto a la prestación de los servicios públicos, ya que se han venido construyendo viviendas, las cuales no favorecen a los habitantes del casco urbano ni al visitante ya que el atractivo principal del pueblo es su colorido característico y su contenido colonial.

Las viviendas ubicadas en las áreas rurales son de muy mala calidad (paredes en adobe, techos en paja, pisos en tierra y algunos carecen de servicios públicos) y deficientes en donde encontramos en una misma habitación la cocina y el dormitorio.

Tabla 2. Vivienda particular

ÁREAS	TOTAL	TIPO DE VIVIENDA				
		CASA	CASA INDÍGENA	APTO	TIPO CUARTO	OTRA
RAQUIRA	1889	1850	-	8	26	5
URBANA	226	212	-	7	7	-
RURAL	1663	1638	-	1	19	5

Fuente: Anuario estadístico Boyacá 1988-1990

3.2.2. Infraestructura de transporte

Siendo Raquira el pueblo más lindo del departamento de Boyacá no cuenta con un busa y permanente servicio de transporte, cuenta con una ruta de la empresa Libertadores que sale de Tunja hacia Raquira a las 7:30 a.m. y regresando a las 12m. Otra ruta es la de la empresa el Carmen que cubre la ruta Bogotá - Gacheta - Raquira con solo 2 buses en el día y tiene un servicio de automóviles el cual es esporádico.

Para el transporte rural se presenta el servicio de camiones, motocicletas, las cuales son alquiladas a costos elevadísimos obligado a los usuarios a utilizar su traslado a pie entorpeciendo las labores por las distancias tan grandes.

3.2.3. Red vial y estado

Encontramos que el acceso principal al municipio es el único tramo pavimentado desde la carretera principal de Tunja, Chiquinquirá. Dicho tramo (tres esquinas - Raquira) no incluyó en el programa por ser vía nacional. El tramo Raquira - La Candelaria tampoco se



incluyó en esta evaluación ya que está incluido en estudios del Ministerio de Transporte. En general todas las vías están destapadas en regular estado pero son suficientes.

Seguendo las recomendaciones y especificaciones geométricas del Fondo Nacional de Caminos Vecinales se clasificaron las vías en:

1. Vías rurales de primer orden: aproximadamente 100 Km.
2. Vías rurales de segundo orden: aproximadamente 140 Km.

Se consideran de segundo orden pero no son carretables en todo su trayecto, ancho medio calzada 3.5 m, calzada irregular, pastado sin afirmado, falta drenaje. Ver figura 2.

3.2.4. Servicios públicos

3.2.4.1. Acueducto

El acueducto urbano es administrado por una Junta conformada por dos representantes de la administración, dos del concejo y dos de los usuarios.

El acueducto presta un buen servicio sirviendo de agua a la población urbana, el cual tiene bocanosa, tanque de almacenamiento, redes de conducción, planta de tratamiento, red de distribución y micromedidores.

El servicio se cobra cada dos meses con una tarifa de \$800, a partir del mes de octubre/96 se empezó a cobrar el consumo por metro cubico, en la actualidad se encuentra

parcialmente con acueducto el sector de Santa Barbara y los Pinos, así como la vía alterna del municipio o circunvalar que está proyecto.

Este acueducto toma las aguas del río Dulce, situado en la Chorrera Vereda Resguardo Occidente. Dada la baja cobertura en el sector rural se hace indispensable adelantar proyectos interveredales los cuales remodelaran, ampliaran y construirán acueductos para todas las veredas. En la actualidad en la Vereda La Candelaria hay construido un acueducto que funciona, prestando un servicio a 50 usuarios, el cual requiere de ampliación y optimización de sus instalaciones. En la Vereda Quicagota, San Cayetano se encuentra en construcción, en la Vereda Resguardo Occidente sector la Rochela se ha adelantado parcialmente la construcción del acueducto el cual supera los 50 millones.

En la gran totalidad de las veredas se requiere del servicio de agua potable pero se encuentra el problema de la captación; ya que no hay suficiente agua para adelantar la construcción de los acueductos, debido a que las cuencas y microcuencas se encuentran desprotegidas y deforestadas.

3.2.4.2. Alcantarillado

Administrado por la misma Junta del acueducto, el 70% de la población urbana posee el servicio de alcantarillado faltando parcialmente los sectores de Santa Barbara, los Pinos y la vía circunvalar. Se presenta alta contaminación del Río Candelaria ya que los desechos líquidos son arrojados a éste, además no existe un sistema de tratamiento para las aguas residuales.

3.2.4.3. Energía

Las viviendas que están electrificadas en el municipio son 1811 de las cuales 219 están ubicadas en el sector urbano y 1592 en el sector rural, las veredas que poseen este servicio son las de: Candelaria Oriente y Occidente, Pueblo Viejo, San Cayetano, Quicagota, Paríán y Frita Peña Arriba. La instalación de la electricidad en el sector urbano se realizó a mediados de los años '60, remodelándose en el año 1983 cambiando los postes de madera por concreto de mayor calibre, por la arquitectura colonial se hace necesario instalar redes eléctricas bajo tierra e instalar postes clásicos, ya que el actual no está acorde con el contexto del municipio.

A finales de los años 70 se electrificó la Vereda Frita Peña Arriba y en los años 80, se realizó la electrificación de otras veredas.

3.2.4.4. Aseo

El municipio de Raquira cuenta con un adecuado sistema de recolección de residuos y barrido de calles, empleando para este fin una volqueta con tres trabajadores y dos más encargados del barrido, depositando las basuras en canecas ubicadas alrededor del parque, los días de recolección son el martes y sábado; el barrido se efectúa todos los días en áreas pavimentadas. Las basuras son arrojadas a cielo abierto en un lote, cerca al perímetro urbano presentándose un alto grado de contaminación, no existe aseo rural, lo que hace necesario educar a los campesinos en sistemas de compostaje, lombricultura y reciclaje de basuras.

3.2.4.5. Telefonía

La prestación de este servicio se da a través de una red que está en buenas condiciones la cual cubre únicamente la zona urbana, siendo eficiente el servicio dado que cuenta con una oficina de Telecom en varios establecimientos públicos hay teléfonos para llamadas locales y de larga distancia, al servicio del público, saliendo las llamadas con interferencia ni cortos.

3.2.4.6. Plaza de mercado

Dispone el municipio de una plaza de mercado cubierta, con módulos y con una capacidad de 300 a 500 puestos, no posee zonas de parqueo cargas y descarga prestándose una gran dificultad en la operatividad. Los usuarios no hacen uso adecuado de las áreas disponibles para la prestación del servicio instalando los puestos fuera de la plaza colaborando con el desorden en el desplazamiento tanto de personas como de vehículos originando congestiones mezcladas con el turismo permanente. El día de mercado se realiza el domingo, cuando no esté en funcionamiento la plaza, es utilizada como cancha de microfútbol y baloncesto por los jóvenes.

3.2.4.7. Plaza de ferias

No cuenta el municipio con plaza de ferias pero existe el lote para su construcción, el cual está ubicado a un lado de la plaza de mercado.

3.2.4.3. Matadero

Dispone el municipio de un matadero ubicado en la calle primera y segunda entre carreras quinta y sexta, al occidente del poblado, el servicio lo realizan los jueves y sábado con dos reses y de vez en cuando sacrifican cerdos; ya que la cercanía entre Satamarchan y Chiquiquira hace que los pobladores compren la carne en los mercados de esos sectores eventualmente. Es administrado por los usuarios sin existir una Junta o ente organizado que administre. Las instalaciones cuentan con sanitarios, redes eléctricas insuficientes, carencia de agua y sobre todo un mal manejo del matadero por parte de los matarifes en el cual no hay una reglamentación para el manejo del mismo ni una Junta Administradora que lo regule dando como resultado un funcionamiento inadecuado.

3.3. ASPECTOS CLIMATOLÓGICOS

El clima de una zona queda definido por las estadísticas a largo plazo de los caracteres que describen el tiempo en esa zona como precipitación, temperatura, humedad, viento, etc. Siendo el tiempo el estado de la atmósfera en un lugar y momento determinado.

El clima determina en alto grado el tipo de suelo y vegetación e influye por lo tanto, en la utilización de la tierra (SEAMANN, 1979).

3.3.1. *Precipitación*

Existen en el área de estudio, una estación pluviométrica, de la cual se tomaron valores totales mensuales de precipitación y valores máximos en 24 horas de precipitación estos

datos pertenecientes a la estación La Candelaria (Raquira) para un periodo comprendido entre los años 1961 a 1994 (Instituto de Aguas CAR). Ver Anexo B.

Estos valores fueron tabulados y graficados en la figura 3.

Del análisis inicial de los datos se deduce fácilmente que la pluviosidad tiene un comportamiento bimodal, presentando picos de lluvia en el año. El primero abarca los meses de marzo, abril y mayo y el segundo septiembre, octubre y noviembre; siendo abril el mes más lluvioso, con un promedio de 124.1 mm alcanzando máximos de 255.2 mm. Los meses más secos son julio y agosto con promedios de 18.2 mm y 19.7 mm respectivamente y mínimos de 0 (cero) mm. El promedio anual de lluvias para los años ya citados es de 736.1 mm.

3.3.2 Temperatura

En cuanto a la temperatura se obtuvieron datos para los años 1980 a 1997 correspondientes a la estación Villa de Leyva ubicada en el Municipio de Villa de Leyva, estos datos se tomaron debido a la falta de equipos que registren este parámetro en el Municipio de Raquira. (Ver figura 4 y Anexo C).

El promedio es de 16.5°C (anual); se alcanzan máximos de 18.5°C (en marzo), y mínimos de 15.7°C (en septiembre).

Figura 3. VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACIÓN

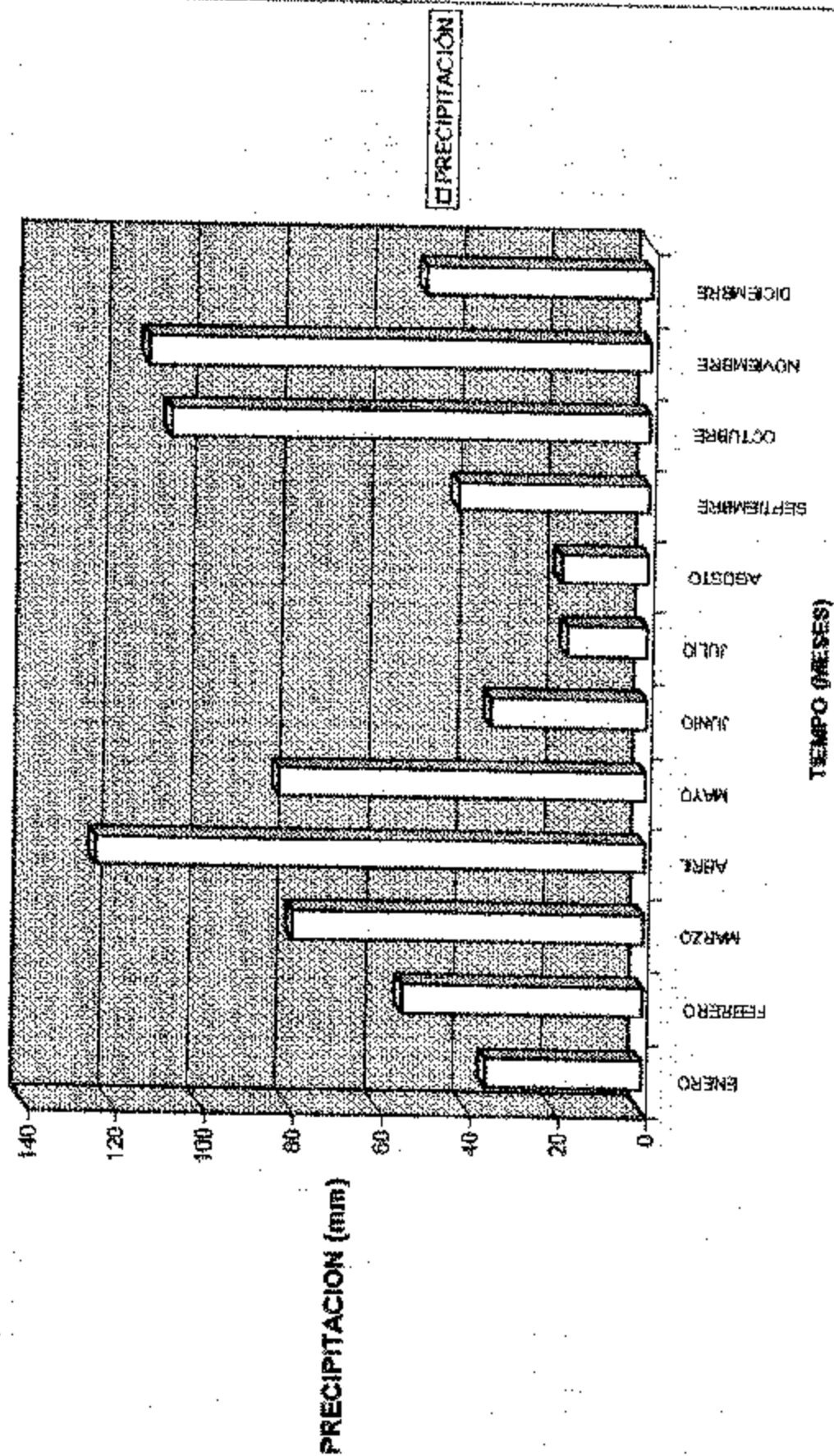
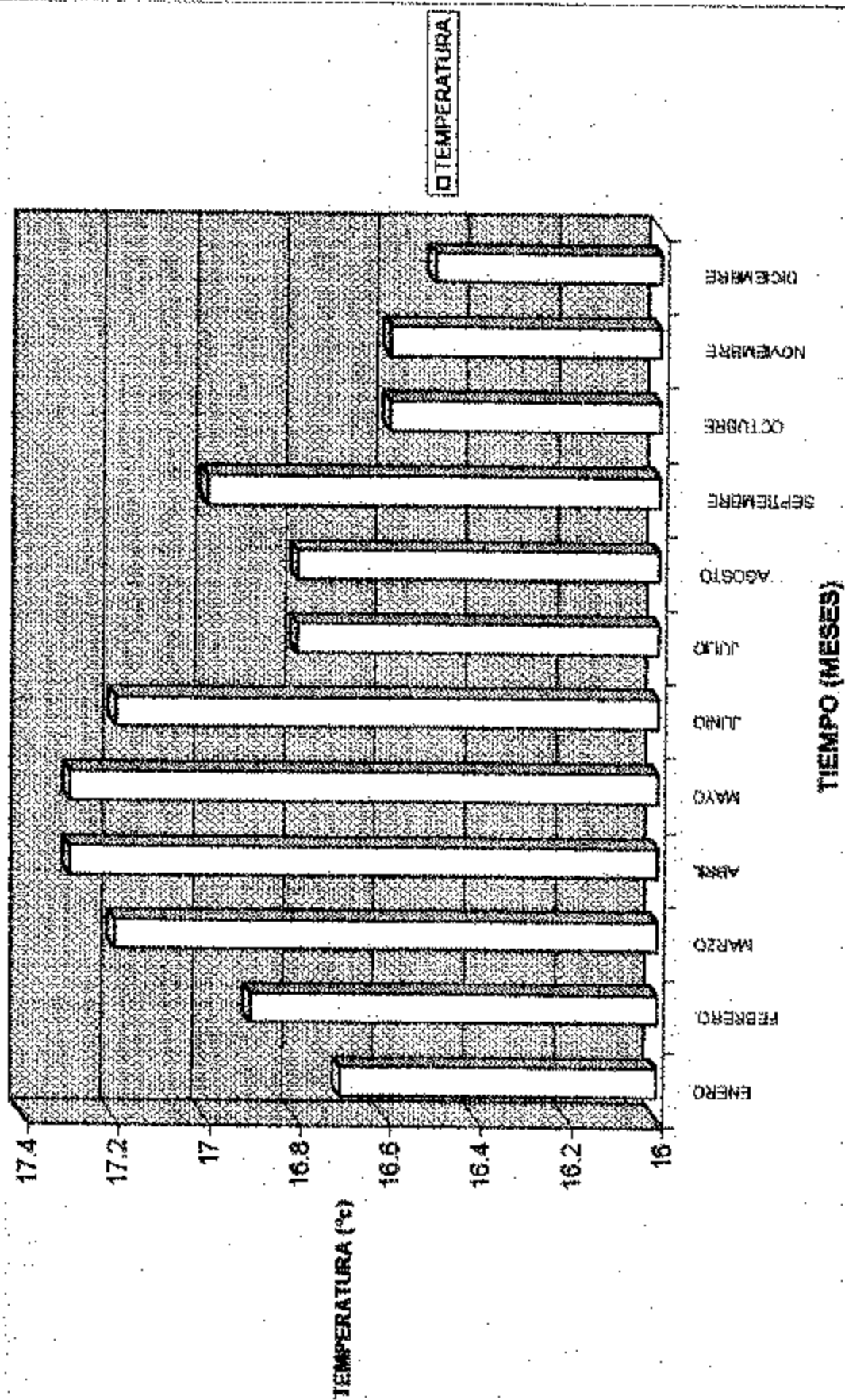


Figura 4. VALORES MEDIOS MENSUALES DE TEMPERATURA 1980-1997



3.3.3. Humedad

La información obtenida para este parámetro estuvo dada por la estación de Villa de Leyva para un periodo entre 1980 y 1997.

Los valores de humedad relativa alcanzan un promedio de 73% anual; con máximos de 87% (mayo), y mínimos de 43% en noviembre. Por su parte, la evaporación total en mm al año, es de 149.7 mm, con máximos de 222 mm de agosto y mínimos de 38.6 mm (julio) (IDEAM, 1997).

3.3.4. Vientos

La presencia de vientos en esta zona, se pudo estimar de acuerdo a estadísticas empleadas para la elaboración de la rosa de vientos como se puede observar en la tabla 11, (sub capítulo de rosa de los vientos), indicando que en los dos primeros rangos de velocidades se encuentran los datos más altos registrados en la dirección sureste (SE).

Tabla 3. Velocidad y dirección del viento más predominante.

	CALMA Y VENTOLINA	BRISA DEBIL Y MODERADA
VELOCIDAD (m/seg.)	0.0 – 2.2	2.2 – 4.4
DIRECCIÓN	SE	SE

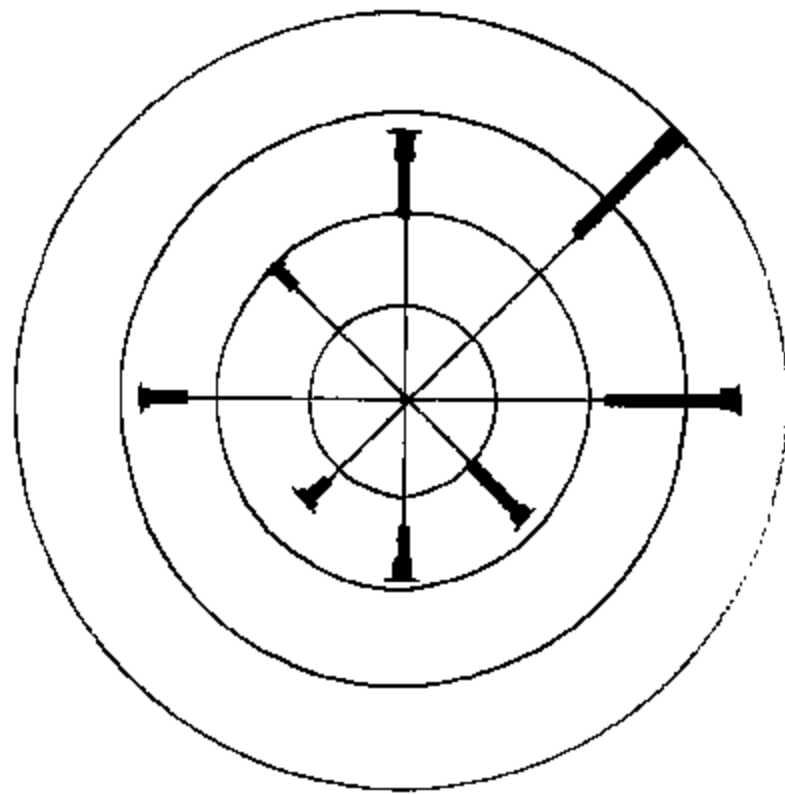
Fuente: autores

Ver el figura 5.

3.3.5. Nubosidad

Este parámetro es importante tenerlo en cuenta al igual que los anteriores factores ya que todos contribuyen a la determinación del tipo de atmósfera presente en el área objeto de

**ROSA DE LOS VIENTOS
GENERAL
PERIODO 9 AÑOS**



**RANGO DE VELOCIDADES
(m/sec)**

0.0-2.2 2.3-4.4 4.5-6.6 6.7-8.8
PORCENTAJE DE FRECUENCIA

Figura 5. Rosa de los vientos

estudio la cual estará estrechamente relacionado con la dispersión de los gases y partículas contaminantes emitidos por los hornos.

Los valores medios mensuales de nubosidad se tomarán de la estación Villa Carmen ubicada en el Municipio de Samacá para un periodo comprendido entre 1968 – 1996 (IDEAM 1997). Ver Anexo D.

3.4. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

3.4.1. Industria

Puede decirse que hasta mediados de la década del 40 del presente siglo, la actividad cerámica en Raquira se adelantaba exclusivamente en las veredas próximas al área urbana y la producción predominante consistía en los tipos tradicionales de carácter utilitario (ollas, múcuras, paucos, chorotas, etc.) hechos a mano y empleando la arena de río como materia prima complementaria. En la segunda mitad de dicha década se trasladó al pueblo un connotado artesano para producir allí su cerámica.

Este hecho coincide con la iniciación del proceso de industrialización de la actividad cerámica con la implementación de nuevas tecnologías como el uso del horno y moldes que facilitarían la producción en serie de volúmenes significativos de mercancía.

Como efecto del fenómeno generalizado en el país, durante el periodo comprendido entre las décadas del 50 y el 60, de migraciones de las zonas rurales a las áreas urbanas, causado entre otras cosas, por la violencia política desatada por esos años, “se observa en el

Municipio de Riquira un incremento de la población que habita el casco urbano con presencia notoria de un mayor número de artesanos³.

El proceso de industrialización del que se hizo mención anteriormente se ve favorecido, a mediados de los 70, por la construcción de los primeros hornos a carbón que elevarían los índices de producción a niveles nunca vistos y por la demanda de nuevos productos (materas de molde, "tarros", marraques, alemanas y artículos de carácter decorativo en general), a raíz de una transculturización de modas provenientes de las grandes urbes.

Es así como la década de los ochenta y noventa se puede apreciar que la producción cerámica del área urbana está delimitada principalmente a la elaboración de artículos suntuarios (materas, campanas de móvil, posabres, jarros, pebeteros, etc.), en contraposición a la producción rural que continúa siendo marcadamente tradicionalista, tanto por el tipo de piezas que elaboran, loza de arena (tinajas, panguas, chorotes, ollas, mécuras, etc.) como por la baja producción que reporta.

3.4.2. Minería

En el Municipio de Riquira se localizan varios recursos mineros, que en orden de importancia son: carbón coquizable, carbón térmico, arcillas blancas y misceláneas para cerámica, caliza, mármol y manifestaciones de cristales de cuarzo.

³ Mora de Jaramillo Yolanda, Cerámica y Ceramistas de Riquira, 1974.

3.4.2.1. Carbón

La minería de carbón se desarrolla en las veredas Gachaneca y Firita Peña Arriba. La mayor parte de la producción de carbón (66%) se origina en empresas de mediana y pequeña minería y el 34% restante proviene de actividades de microminería o minería de subsistencia, con bajos niveles de tecnología, productividad y seguridad. La casi totalidad de producción es llevada a Cundinamarca. A continuación se muestra la distribución de unidades de producción y personal.

Tabla 4. Unidades carboníferas según tamaño, producción y personal

VEREDA	UNIDADES	NÚMERO DE TAMAÑO DE	PRODUCCIÓN (T/MES)	PERSONAL
Gachaneca Firita Peña Arriba	1	1 Pequeña minería	1000	38
	28	22 Microminería (inactivas 2).	5625	98
		2 Pequeña minería	1500	45
		4 Mediana minería	8750	220
TOTAL	29		16.875	301

Los principales consumidores del carbón son: Acerías Paz del Río, en Belencito, Termo Zipa en Zipaquirá, Prodeco en Lenguaque, otros intermediarios para transportarlo a la costa, o para el consumo residencial y, para los hornos de carbón.

La extracción minera en el municipio, ha desarrollado, varias técnicas para las explotaciones mineras, las cuales se muestran en la tabla 5. Además del carbón el municipio extrae otros minerales en diferentes veredas. Ver figura 6.

MUNICIPIO DE RAQUIRA

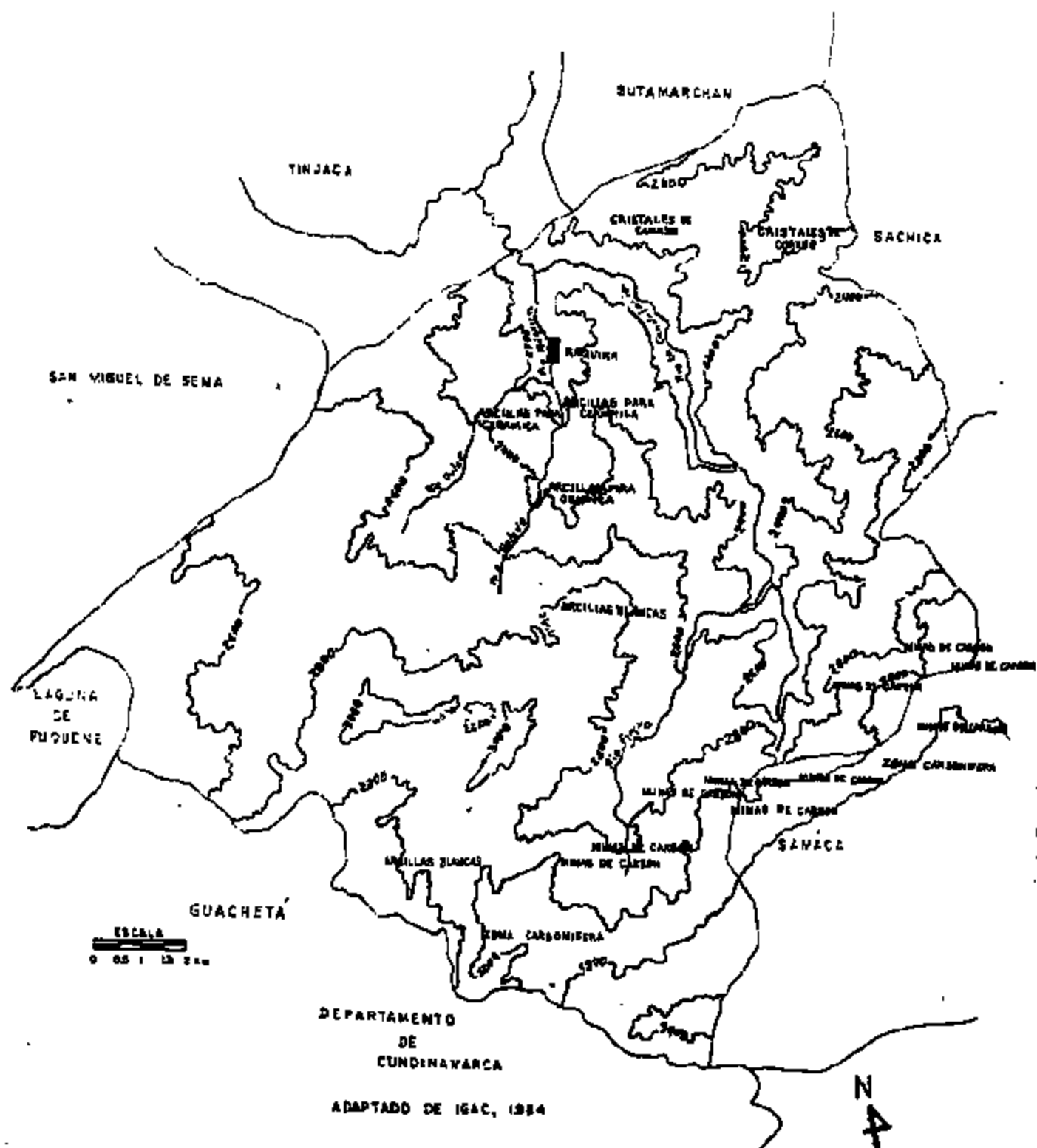


Figura 6. Explotaciones Mineras

Tabla 5. Número de explotaciones mineras por técnicas de trabajo

MINERAL	NÚMERO TOTAL UNIDADES DE EXPLOTACIÓN	TÉCNICAS DE TRABAJO					
		ARRANQUE	BOSTEN	TRAMP.	VENTIL.	FLUJINA	DESGR.
Cubán	20 Micromineras	Pico manual	Madera R.M.	Cual, conchillo, vagueta, malacates	Natural M.	Lampara de carbono	Gravedad, bomba manual
	7 Mediana y granada	Pico Manual	Madera 12	Cual, conchillo, vagueta, malacates	Natural Ventilador Auxil. R	Lampara de carbono y electrificación	Gravedad bombas eléctricas

B = Buena
R = Regular
M = Malo

Tabla 6. Otros minerales en Requira

MINERAL	LOCALIZACIÓN	No. DE UNIDADES	TAMAÑO UNIDADES	PRODUCCIÓN (TONNES)	PERSONAL VINCULADO
Arcillas blancas	Y. Farfan, Frita Peña	1	Microminería	30	15
	Abejo	2	Microminería	30	
Arcillas para cerámica	Rengardo Oriente	3		35	
	Rengardo Occidente	2		30	
	Pueblo Viejo	3		40	
Cristales de cuarzo	Y. Roa Y. Carapacho		Mediaciones	No se esperan	

Fuente: Grupo de Trabajo y Alcantilla.

Ver figura 6.

3.4.3. Comercio

La economía del municipio depende principalmente de la cerámica (Ver tabla 7), actividad a la que se dedica gran parte de la población.

Tabla 7. Establecimientos públicos

ESTABLECIMIENTO	No. DE UNIDADES	RELACIÓN (%)
Restaurante	2	7.5
Hotel	3	11.0
Supermercado, cafetería	7	26.0
Tienda de cerámica	15	55.5
TOTAL	27	100%

Se destaca además la agricultura pero solo con cultivos de subsistencia. Se encuentra también, algunas minas de carbón y explotaciones de urilla. La siguiente tabla relaciona las actividades que se desarrollan en el municipio.

Tabla 8. XVI censo nacional de población y V de vivienda 1993
Municipio de Ráquira

RAMAS DE ACTIVIDAD	POBLACIÓN OCUPADA		
	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
RAQUIRA			
TOTAL	3828	3322	506
Agricultura y Ganadería	1983	1903	80
Pesca	-	-	-
Explotación Minas	488	475	13
Industrias Manufactur	603	470	133
Electricidad, Gas y Agua	1	1	-
Construcción	40	39	1
Comercio	214	169	45
Hoteles y Restaurantes	8	4	4
Transporte y Almacenamiento	60	56	4
Sector Financiero	2	1	1
Actividades Inmobiliarias	9	6	3
Administración Pública	39	24	15
Enseñanza	35	14	21
Servicios Sociales y Salud	14	5	9
Otras Actividades Comunit	8	6	2
Hogares Con Serv Domestico	141	34	107
Organizaciones Extraterrit	-	-	-
Sin Clasificación	183	115	68

Fuente: DANE, 1993.

3.4.4. Aprovechamiento

Por orden de prioridad los cultivos son: maíz, papa, arveja, frijol, cebolla, cebadilla, trigo, cebada, tomate, cítricos, guayaba y los pastos naturales que ocupan la mayor extensión pero que no se les hace ninguna labor, lo cual hace que se tenga una ganadería extensiva con pocos rendimientos, a pesar de las grandes condiciones que ofrece la zona para pastos

mejorados y de corte como el imperio, elefante Kingras, Taiwana y otros, para la parte más alta hay posibilidades con alfalfa, tréboles, avena y otros.

Hay algunos cultivos que se muestran como promisorios y que ofrecen alguna alternativa, tales como: hato, tomate de árbol, mora de castilla, curuba y algunas hojas de casha.

Las variedades de cada cultivo son: maíz predominan los regionales amarillo blando y duro, blando duro, en la parte baja el maíz semestral, arroz blanco y amarillo. En papa predominan la pastusa y en menor escala la tocorroña y criolla. En arveja está la piquinoga, Santa isabel y guatecuna. En frijol predominan el sangre toro, luego usan el radical y andino. En cebolla cabezona es la samblex, amarilla granex y cilón, onnon y roja. En tomate la variedad chonto, la guayaba es silvestre al igual que la naranja. (Ver subcapítulo uso del suelo).

3.5. ASPECTOS DE SALUBRIDAD

3.5.1. Salud

La salud está bien atendida, cuenta con un hospital, a su servicio, dos médicos, dos odontólogos y tres enfermeras, además cuenta con un equipo de odontología portátil para desplazarlo por las diferentes veredas para hacer más fácil la prestación del servicio; también cuenta con tres puestos de salud, ubicados en los sitios más necesitados para cubrir la mayor parte de la zona rural.

En general las instalaciones se encuentran en óptimas condiciones faltándoles equipamientos y material médico quirúrgico.

3.5.2. Morbilidad y mortalidad

Dentro de las principales causas de morbilidad que se registran en el municipio de Raquira están: infecciones agudas de las vías respiratorias superiores, enfermedades infecciosas y parasitarias, infección intestinal y otras. Además de enfermedades circulatorias, pulmonares y otras del corazón, enfermedades vías respiratorias superiores y aparato respiratorio e isquemia corazón como principales causas de mortalidad (ver anexo). Cabe anotar que los pobladores del municipio presentan algunos síntomas como trastornos, cansancio (estrés), falta de visibilidad y otros los cuales son normales para ellos puesto que conviven con ese ambiente contaminante por la presencia de los hornos. Ver Anexo E.

3.6. ASPECTOS EDUCACIONALES Y CULTURALES

3.6.1. Establecimientos de enseñanza

El municipio cuenta con 19 establecimientos educativos, 2 colegios uno urbano y uno rural y 17 escuelas una urbana y 16 rurales que le dan cubrimiento en enseñanza primaria del 100%, además cuenta con 12 hogares de bienestar familiar y un centro de atención infantil.

El colegio ubicado en el sector urbano tiene modalidad de bachillerato clásico y posee mediana calidad de la educación; debido a su carácter cooperativo el cual no dio resultado por falta de dirección, supervisión, capacitación y su deficiente infraestructura, falta de

equipo y materiales, sumado a esto la poca motivación por parte de los estudiantes y los docentes por no tener posiblemente ninguna especialidad o modalidad.

El municipio no cuenta con una educación no formal, además no tiene un programa de bachillerato nocturno para las personas que en el día trabajan en la elaboración de artesanías, existe la posibilidad de ejecutar un programa de alfabetización para sacar del analfabetismo a por lo menos 300 personas por año.

Por falta de coordinación en instalaciones propias el programa de educación tutorial, implementado por la Alcaldía y la Secretaría de Educación dirigido al sector agropecuario ha tenido sus dificultades ya que a los tutores y a los profesores se les presentan inconvenientes para desplazarse a las escuelas rurales.

Se presenta un alto grado de deserción por la tendencia al trabajo en edad temprana o por costumbre, y el deseo de independencia económica.

3.6.2. Centros culturales

El Padre Agustino Fray Mateo Delgado de Los Angeles, fundó en 1604 el convento de religiosos Agustinos Recoletos del Desierto de la Candelaria. En este poético sitio, hay un hermoso templo de construcción colonial que sirve de convento a los virtuosos e ilustrados de San Agustín que allí llevan una vida de piedad y de estudio.

El convento e iglesia esta situado en una risueña vega a orillas del Río Gachaneca y entre colinas de alguna elevación.

Las artesanías han tomado tanto auge en Raquira pues se ha creado una Asociación de Artesanos con sus propios talleres, proveedores de Artesanías de Colombia, el cual les presta asesoría técnica y económica para lograr una mejor calidad en el producto terminado.

Las obras de arte que se pueden apreciar en la Iglesia de Raquira representan un gran valor artístico y económico, como es el Lienzo que data del año 1597 pintado por el milanés Francisco del Pozo con su obra Jesús en el Templo, además podemos encontrar libros o textos de gran valor histórico en la Biblioteca Municipal.



4. SISTEMA DE SUSTENTACIÓN NATURAL

Hace referencia a los elementos de la naturaleza, que cumplen una función ecológica dentro del entorno y que a su vez presentan ciertas potencialidades y restricciones como el caso de los aspectos geológicos, litológicos, geomorfológicos, hídricos, bióticos, etc.

4.1. GEOLOGÍA

Ver figura 7.

4.1.1. Geomorfología

Esta zona se caracteriza por poseer colinas y laderas de montaña con pendientes de relieve que oscilan entre el 12 – 25% ligeramente inclinada y onduladas compuestas por las formaciones Guaduas, Platners, La regadera y Similit.

Igualmente sobresalen áreas con geofórmulas de pendientes fuertes que superen el 50% como las que se notan en las partes altas y en los sitios donde afloran rocas resistentes pertenecientes a las formaciones Cacho, Bogotá, Arenisca Tierna y Areniscas de Chiquiquira.

La topografía de la zona es en general bastante accidentada, destacándose las cuchillas de El Calvario, Las Cruces, San Felipe, La Caldera, El Tablón y El Potrero, relieve perteneciente a la cordillera oriental.

4.1.2. Estratigrafía

En estos Municipios se encuentran aflorando rocas que van desde el Albino Medio hasta el Comaciano, representado por las Formaciones que a continuación se describen.

Formación Tablazo. Su nombre se debe a Wheeler (en MORALES Et al 1958), teniendo como afloramiento tipo la cúspide de los primeros cerros al este de la población del Tablazo.

La formación Tablazo infrayace en contacto normal a la formación Simiti, su espesor aumenta en dirección Norte – Sur de acuerdo con los espesores medidos en el área del Tablazo, Alto del Granadillo, Samarchán. Morales et al (1958) consideró su edad comprendida desde el Aptiano Superior hasta el Albano Inferior basado en su posición estratigráfica entre las Formaciones Paja y Simiti. Etayo (1968 b), con base en la fauna colectada en el área de Sáchica –Puente Samacá, considera la Formación San Gil inferior como Aptiano Superior – Albano. Esta formación se presenta aflorando al Norte del Municipio de Raquira.

Formación Simití. Según Morales et al (1958) el nombre se debe a los Geólogos de INTERCOL (1953) los cuales consideran como formación Simití en el área de Samacá La Candelaria – Sutamarchán, mide 610 m, y está constituida en su parte inferior por 195 m de lutitas grises claras a negras, micáceas, con intercalaciones de areniscas arcillosas, de grano fino, blanco – amarillentas, estratificadas en bancos de 0.20 a 0.40 m de espesor con nódulos calcáreos ferruginosos de 0.10 a 0.20 m de diámetro; su parte media la componen 14 m de areniscas arcillosas, de grano fino a medio, grises, micáceas, con delgadas intercalaciones de lutitas negras y la superior con 391 m de lutitas grises oscuras a negras, compactas con nódulos arcillosos de 0.10 a 0.50 m de diámetro, e intercalaciones de areniscas arcillosas, hasta 10 m de espesor y arcillotitas calcáreas en estratos de 0.60 a 2 m de espesor hacia su parte media y superior. En el área de Sachica Puente Samacá, Etayo (1968) mide un espesor de 620 m para la Formación San Gil Superior. La Formación Simití infrayace en contacto concordante a la Arenisca de Chiquiquira y en otras áreas al Grupo Churuvita de Etayo (1968). Se considera homónima de la Formación San Gil Superior, a la cual Etayo (1968) le asigna edad de Albino Medio a Superior. Esta formación aflora tanto en el Municipio de Raquira como en sus alrededores, hace parte del Anticlinal y Sinclinal de Raquira.

Arenisca de Chiquiquira. Se propone este nombre para designar los estratos arenosos y lutíticos expuestos en la sección de la carretera alcanza un espesor de 337 m y está compuesta de base a techo por los siguientes conjuntos.

- a. 166 m de areniscas cuarzosas de grano fino, grises claras, micáceas.

- b. 30 m de lutitas grises oscuras a negras, micáceas, con pequeñas intercalaciones de areniscas.
- c. 46 m de areniscas cuarzosas, de grano fino, blancas de estratificación gruesa a maciza.
- d. 35 m de lutitas grises oscuras, micáceas con delgadas intercalaciones de areniscas cuarzosas,
- e. 60 m de areniscas, grano fino, blancas, estratificadas en bancos hasta 3 m de espesor.

Burig (1954), reporta sobre la carretera Chiquinquira una fauna del Albino Medio, situada por encima del tope de una arenisca de 200 m de espesor. Elayo (1968) menciona una fauna colectada por C. Acosta, cerca al convento de la Candelaria, la cual esta situada probablemente en la base del miembro de Arenisca de la Formación Churuvita y considerada del Albino Superior, la edad de la formación abarcaría desde el Albino Medio al Cenomaniano en 8 partes.

Esta formación se encuentra hacia el Sur sector Sur del Municipio de Raquira.

Grupo Chipaque. El nombre de Formación Chipaque fue empleado por Hubach (1957) y redefinido por Ranzoni: (1968) considerado su techo hasta la base de la Arenisca Dura, incluyendo en esta forma el conjunto inferior del Guadalupe de Hubach teniendo en cuenta la definición de la Formación Chipaque de Ranzoni (1968) cabe todavía determinar con el término de Chipaque a la unidad en que el área se presenta por debajo de la Arenisca Dura y considerado que dentro de esta sucesión se pueda diferenciar varias unidades litológicas cartografiables por gran extensión: proponemos elevar al grupo a la Formación Chipaque, que incluiría de más antigua a más joven las formaciones Simijaca, La Frontera y Conejo.

Formación Simijaca. Se propone el nombre de esta unidad, para designar una sucesión de lutitas y limotitas grises oscuras con delgadas intercalaciones de areniscas que afloran en la Quebrada Don Lope al sur de la población de Simijaca, donde alcanza un espesor de 693 m. Consiste en su localidad tipo en una sucesión de lutitas grises oscuras con intercalaciones de areniscas cuarzosas, en parte arcillosas, en estratos que varían entre 0, 10 y 2 m de espesor y lentejones de caliza en la parte superior.

Esta unidad suprayace en contacto concordante unas veces a la Arenisca de Chiquiquira y otros a la Formación Churuvita; infrayace a la Formación La Frontera.

Se presenta aflorando hacia la parte Sur y Oeste del Municipio de Ráquira.

Formación La Frontera. El término de La Frontera ha sido utilizado como Miembro litítico calcáreo de La Frontera (HUBACH, 1976) y Horizonte de La Frontera (BÜRGL, 1961) Cáceres y Etayo (1969), emplean el término Formación La Frontera, para designar una sucesión de Shales calcáreos y limotitas silíceas en la parte superior, que afloran en la cantera La Frontera, carretera a Alban.

La Formación La Frontera se presenta al Sur Oriente del Municipio de Ráquira.

Grupo Guadalupe. En el presente trabajo se sigue la subdivisión establecida por Renzoni (1968). Con las formaciones Dura, Pinos y Tierna; la Formación Labor y Tierna ha sido subdividida en los miembros Labor Los Pinos y Tierna (ULLOA Y RODRIGUEZ en VARGAS, 1976).

Formación Plasencia. Aflora en la parte Sur y en el extremo sureste de zona estudiada, formando el núcleo del Sinclinal de Aposentos y los Flancos de los anticlinales de Ventanemada y Gachaneca, respectivamente consta al sureste de la Hacienda Aposentos de 70 m de limolitas silíceas, grises de alteración amarillenta, de aspecto porcelanáceo, en estratos de 5 a 26 cm de espesor, con intercalaciones delgadas de niveles arcillosos.

Miembro Arenisca Tierna. En el área de Ganchoté la unidad tiene un espesor de 90 cm compuesta por areniscas cuarzosas, de grano fino a medio, blancas, compactas, en estratos de 1 a 1.50 m de espesor, con intercalaciones de lutitas grises oscuras.

El Grupo Guadalupe se presenta al nororiente del Municipio de Raquira y al Sur y Centro del Municipio de Samacá.

Formación Guaduas. Definido inicialmente por Hetner, A. 1982 al referirse a una secuencia de areniscas y arcillas rojas a violáceas que afloran cerca a la población de Guaduas, Hubach (1957) propone una nueva localidad y la ubica en los boquerones de Lenguaque – Samacá, tomando como límite estratigráfico superior la Formación Cache y el inferior la Formación Arenisca Tierna. El Guaduas lo dividen tres (3) conjuntos Inferior, Medio y Superior. Nigrinis (1975) en el área del Sinclinal Checua – Lenguaque – Samacá, lo subdivide en cinco (5) niveles denominados ktg 5

Nivel Ktg 1. Está constituido fundamentalmente por arcillotitas laminares de color gris a gris pardo, las cuales presentan laminación interna muy marcada en la base y presencia de lentos limolíticos a arenosos hacia la parte media superior. En algunos sectores (Frita Peña Arriba, Samacá y Gachaneca), se observan pequeñas láminas de materia orgánica dispuesta, paralelamente a la estratificación lo cual indica un ambiente costero posiblemente de lagunas con influencia de mareas y un mayor dominio continental en los segmentos con presencia de materia orgánica. Este nivel corresponde estratigráficamente a la base Formación Guaduas y por carácter arcillolítico a lodolítico conforma una morfología de valles que lo hace fácilmente reconocible.

Nivel Ktg 2 (Arenisca La Grita). Se considera el de mayor importancia económica por ser el que contiene los carbones de más alto rango y que producen los mejores coques del sector. Desde el punto de vista estratigráfico está constituido hacia la base por una secuencia de arenitas de grano muy fino con intercalaciones de limolitas lodosas, con laminación plana y paralela a veces discontinua, hacia la parte media superior se presenta un dominio alternante de arenitas y lodotitas; algunas arenitas muestran contactos erosivos con el carbón (Sector Guachetá, Minas San Luis). La parte más superior en general muestra una secuencia limosa a arenítica en el tope. Se presentan 11 mantos en el Flanco Occidental y cerca de 7 en el Flanco Oriental (Minas de Acerías Paz del Río, Samacá y Sector de Gachaneca, Raquira).

Nivel Ktg 3. Se considera como el segundo nivel de importancia dentro de la Formación Guaduas debido a que también en él se presentan carbones. En el Sector de Samacá -

Raquira afloran 5 o 6 mantos con carácter aglomerante y algunos altos volátiles. En la parte Sur Flanco Occidental, está constituido por lodolitas y limolitas lodosas de color pardo con laminas arcillofíticas lenticulares muy delgadas ricas en materia orgánica, otras lodolitas limosas muestran lentes areníticas de 0.30 m de espesor de color verdoso, masivas hacia la parte media del nivel (Frita Pella Arriba, Raquira), en este segmento medio es común observar materia orgánica dispersa principalmente hojas y restos de plantas. En la parte más superior se encuentran lodolitas con un color pardo y con laminación paralela ligeramente ondulosa e irregular.

Nivel Kts 4 (Arenisca La Lajosa). Se caracteriza regionalmente por originar un relieve positivo donde sobresale un promedio de 8 subniveles areníticos de color blanco amarillento de grano fino, estratificación media a muy gruesa en la base (estratos de 0.15 a más de 0.15 a más de 2 m de espesor) especialmente en el Flanco Occidental. Los subniveles medio y superior tienen más arenitas limosas de color pardo a verdoso. Intercalada a estos subniveles se presentan limolitas lodosas de color gris claro, algunas más oscuras por el contenido de materia orgánica carbonizada, también estructura flaser y a veces estratificación interna ondulosa.

En el Flanco Oriental del Sector de Raquira este nivel es de fácil reconocimiento, ya que también origina morfología abrupta que es similar en la composición a la del Flanco Occidental. En este sitio la arenita inferior es de color blanco amarillento y grano medio, fríasle, aparentemente suprayaciendo lodolitas en un aproximado de 20 m., por encima de este subnivel se presenta una intercalación de lodolitas limosa y limolitas donde

ocasionalmente se presentan delgadas capas de carbón, una de las cuales alcanzan 0.60 m. Los niveles arenosos superiores son de color pardo, grano fino estratificación media a gruesa.

Nivel Ktg 5. Correspondiente a la secuencia estratigráfica más alta de la Formación Guaduas y se caracteriza morfológicamente por formar un relieve con suaves ondulaciones. Está constituido en el Flanco Occidental del Sinclinal Cheema - Lenguaque - Samacá y cierre del mismo por 150-180 m, de arcillolitas abigarradas y varicolores de apariencia bioturbada que alternan con limotitas lodosas y niveles de arenitas líticas de colores verdosos con espesores máximos de 4 m, en capas gruesas que aparentemente corresponden a grandes lentes interdigitados en todo el Sinclinal. En general estos niveles areníticos están en contacto erosivo sobre las arcillolitas, hacia la parte inferior del nivel Ktg5 se observan delgadas capas de carbón muy arcilloso de 0.20 m de espesor con respaldos de arcillolitas carbonosas. En el Flanco Oriental este nivel es reconocido, no obstante estar cubierto en un 90%, por material cuaternario, sin embargo en el sector de Gachanaca se observaron características similares a las del Flanco Occidental. El nivel Kyg5 suprayace el nivel Ktg4 en un contacto aparentemente transicional e infrayace también en apariencia normal a la Formación Cacho, aunque la unidad superior es conglomerática en la base, posiblemente con presencia de intraclastos del Guaduas, lo cual indicaría una posible superficie erosiva, pero que en el Sinclinal no es muy notoria. En este nivel termina la Formación Guaduas.

Formación Cache. Campbell (1962) elevó a la categoría de Formación La Arenisca de El Cache, considerado por varios autores como el miembro basal de la Formación Bogotá. Consta de 88 m de arenisca cuarzoza, de grano medio a conglomerático, de color rojizo-amarillento, en estratos de 1.50 a 3 m de espesor, con estratificación cruzada e intercalaciones de arcillolitas rojizas ferruginosas.

Formación Bogotá. Se emplea el término Formación Bogotá en el sentido establecido por Hubch (1957) quedando limitada en su base por el tope de la Arenisca de El Cache y su techo por la base de la Arenisca de La Regadera.

La Formación Bogotá aflora en el extremo sureste de Raquira y occidente de Samacá; además forma el núcleo de los Sinclinales de Guachetá y Albarracín. Está constituida por arcillolitas abigarradas e intercalaciones de areniscas arcillosas de grano fino a medio, amarillentas, friables, en estratos que oscilan entre 0.15 y 1 m de espesor, con ocasionales vetas de carbón. Su relación estratigráfica con la unidad infrayacente se observa en forma concordante sin embargo, en algunos sectores Mc Laughlin, y Arce (1971) sugieren la posibilidad de una inconformidad local. La edad de la Formación Bogotá se considera Paleoceno por Van der Hammen (1957), basado en datos palinológicos. Esta unidad es correlacionable con la Formación Socha Superior de la región Sugamoso-Paz del Río-Socotá.

Formación La Regadera. Esta unidad fue considerada inicialmente por Hubach (1957) como el miembro basal de la Formación Usme, posteriormente Julivert (1963) le dio

categoría de Formación. En el área del Sinclinal de Guachetá, al sur de Raquira y suroccidente de Samacá la formación la componente areniscas cuarzosas de grano medio a grueso, localmente conglomeráticas, con intercalaciones de arcillolitas pardo-claras. Su espesor en esta localidad no fue medido pero se estima en 160 m. Van der Hamman (1957) considera la Arenisca de La Regadera de edad Eoceno Superior, basada en datos palinológicos.

Depósitos Guadalupe. En el área se encuentran depósitos aluviales y de derrubio, que han sido delimitados, el casco urbano del municipio de Samacá y gran parte del sector norte se encuentran sobre un depósito aluvial hacia como parte del municipio de Raquira, además algunos sectores se hallan cubiertos por estos depósitos, principalmente las márgenes de los ríos y quebradas, constituidos por acumulaciones de materiales heterogéneos. Los depósitos de derrubio están compuestos por material heterogéneo que depende de la unidad litológica de donde provengan.

4.1.3. Geología Estructural.

Estructuras.

Sinclinal de Raquira.

Este sinclinal lo conforman rocas de las formaciones Areniscas de Chiquiquira y Simiti; tiene una dirección NE-SW y su eje pasa cerca de la población de Raquira. Esta estructura afecta rocas de las formaciones Arenisca de Chiquiquira y Simiti, se orienta en dirección NE – SW y se ubica al Oriente de cabecera Municipal de Raquira.

Sinclinal de Gachetá. Este sinclinal se orienta en sentido SW – NE, su eje pasa por el embalse de Gachaneca, en el flanco Occidental de esta estructura se ubican la mayoría de las minas de carbón de Raquira y Samacá.

Anticlinal de Gachaneca. Este anticlinal presenta una dirección SW – NE, está formado por rocas de las formaciones Conejo, Plasmar, Los Pinos, Arenisca, Tierna y Guaduas; hacia el sector es una estructura apretada.

Otras estructuras. En los Municipios se presentan otras estructuras de menor interés tales como el Anticlinal de Raquira que tiene una dirección SW – NE; Anticlinal de Rabanal al Sur Oeste de Raquira con dirección NE – SW y otras pequeñas estructuras e irrumpen en los Municipios de Raquira y Samacá.

4.13. Geología Económica.

Afloran los niveles productivos de la Formación Guaduas, la cual contiene mantos de carbón de interés económico. Ver tabla 9.

MUNICIPIO DE RAQUIRA

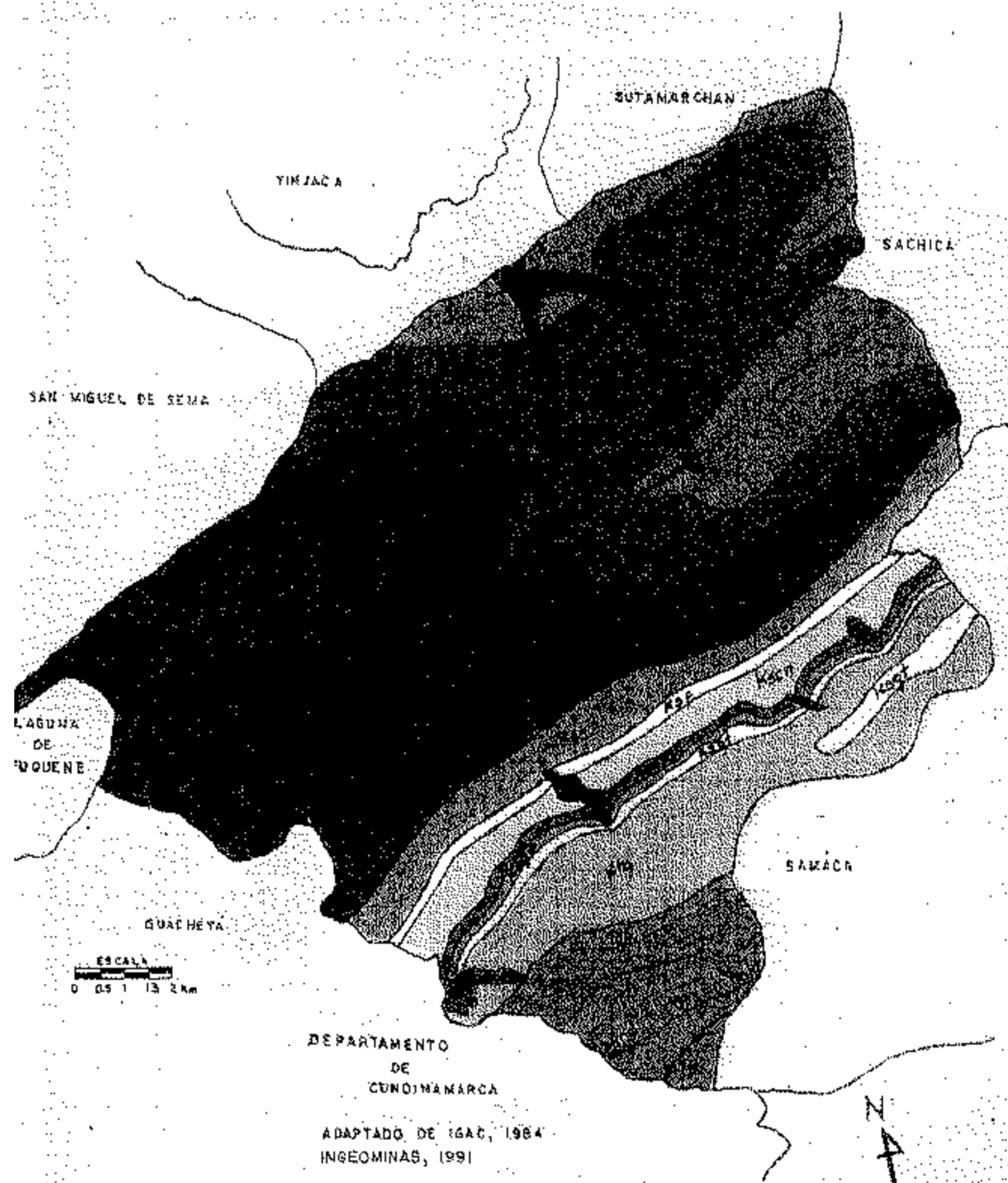


FIGURA 7: MAPA GEOLOGICO

CUATERNARIO

CRETACIO

EOCENO

SUPERIOR

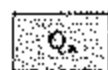
INFERIOR

GRUPO CHIPAQUE GRUPO GUADALUPE

LEYENDA



CUATERNARIO DE DERRUBIO



CUATERNARIO ALUVIAL



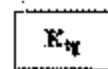
FORMACIÓN LA REGADERA



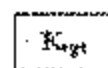
FORMACIÓN BOGOTÁ



ARENISCA DE EL CACHO



FORMACIÓN GUADUAS



MIEMBRO ARENISCA TIERNA



MIEMBROS ARENISCA DE LABOR Y LOS PINOS



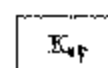
FORMACIÓN PLAENERS



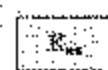
FORMACIÓN ARENISCA DURA



FORMACIÓN CONEJO



FORMACIÓN LA FRONTERA



FORMACIÓN SIMIACA



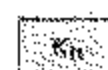
ARENISCA DE CHIQUINQUIRA



FORMACIÓN CHURUVITA



FORMACIÓN SIMITI



FORMACIÓN TABLAZO

Tabla 9. Manto de carbón del sector sur (Ráquira - Samacá)

MANTO	ESPESOR (m)	CLASIFICACIÓN (ASTM)
CIEQUERA	1.10-1.3	BITUMINOSO-MEDIA-VOL
TESORO	0.80-1.0	BITUMINOSO-BAJO-VOL
TESORITO	0.70-0.90	BITUMINOSO-MEDIO-VOL
LAPACHA	0.70	BITUMINOSO-MEDIO-BAJO-VOL
GEMELA	0.90-1.30	BITUMINOSO-MEDIO-ALTO-VOL
CONSUELO	1.0	BITUMINOSO-ALTO-VOL
RUBI	0.90-1.40	BITUMINOSO-ALTO-VOL-A
DIAMANTE	0.50-1.0	BITUMINOSO-MEDIO-VOL
BOCATOMA	1.05-1.80	BITUMINOSO-MEDIO-ALTO-VOL
SANTA B.	0.60-1.0	BITUMINOSO-MEDIO-VOL
LIGADA	0.90-2.00	BITUMINOSO-ALTO-VOL-A
PRIMERA	1.0	BITUMINOSO-ALTO-VOL-A
SEGUNDA	0.60	BITUMINOSO-MEDIO-VOL
TERCERA	1.30-2.39	BITUMINOSO-MEDIO-VOL-A-VOL
VETA GRANDE	1.60	BITUMINOSO-ALTO-VOL-A
SETE RANCOS		

FUENTE: Características y Usos tecnológicos de los Carbones "Zona Cundinamarca-Boyacá" CARBOCOL-COLCIENCIAS-INGEOMINAS 1993.

Además se presentan explotaciones de Arcillas del Grupo Guadalupe para cerámica en las Veredas Parfía, Frita Peña Abajo, Resguardo Oriente, Resguardo Occidente y Pueblo Viejo (Ráquira).

4.2. SUELOS

Según el tipo de suelos y sus características (material parental, contenido de materia orgánica, acidez, contenido de bases, erosión, pendiente, fertilidad y relieve), el Municipio de Ráquira se halla dividido en varias Asociaciones (Ver figura 6). Las más importantes, de acuerdo con el área que ocupan son: Misceláneo Erosionado (ME), ocupando el Nororiente del Municipio (35%) del área total.

Corresponde a zonas totalmente erosionadas por fenómenos hídricos superficiales y por la acción del hombre.

La Asociación Leyva-Volador (LV), que ocupa la porción central del municipio (25% del total). Son suelos de ladera con influencia coluvial. Arcillas y lutitas como material parental. Los altos contenidos de materia orgánica, la acidez, las bajas saturaciones de Aluminio permiten inferir que los suelos se formaron en un clima más húmedo que permitió el crecimiento de una vegetación más exuberante, hoy desaparecida y además explica muchas características de los suelos, que contrastan con aquellos de otros suelos de la misma zona climática.

En algunos casos se presentan altas saturaciones de Aluminio, conque llegue a niveles tóxicos.

La Asociación Alban-Tierranegra (AT), se localiza al Sur y al Occidente, ocupando un 20% del área del municipio. Son zonas de pie de vertiente; laderas de montañas con influencia coluvial de relieve ondulado e inclinado a quebrado, con pendientes de 7-50%.

En pendientes más fuertes, la ceniza volcánica ha sido removida, y en zonas de pendientes suaves, hay acumulación de este material.

El material parental, está constituido por lutitas y areniscas ó cenizas volcánicas; son suelos profundos, bien drenados. En general, la fertilidad es baja, con pH menos de 5.

MAPA DE SUELOS
(Municipio de Raquira)

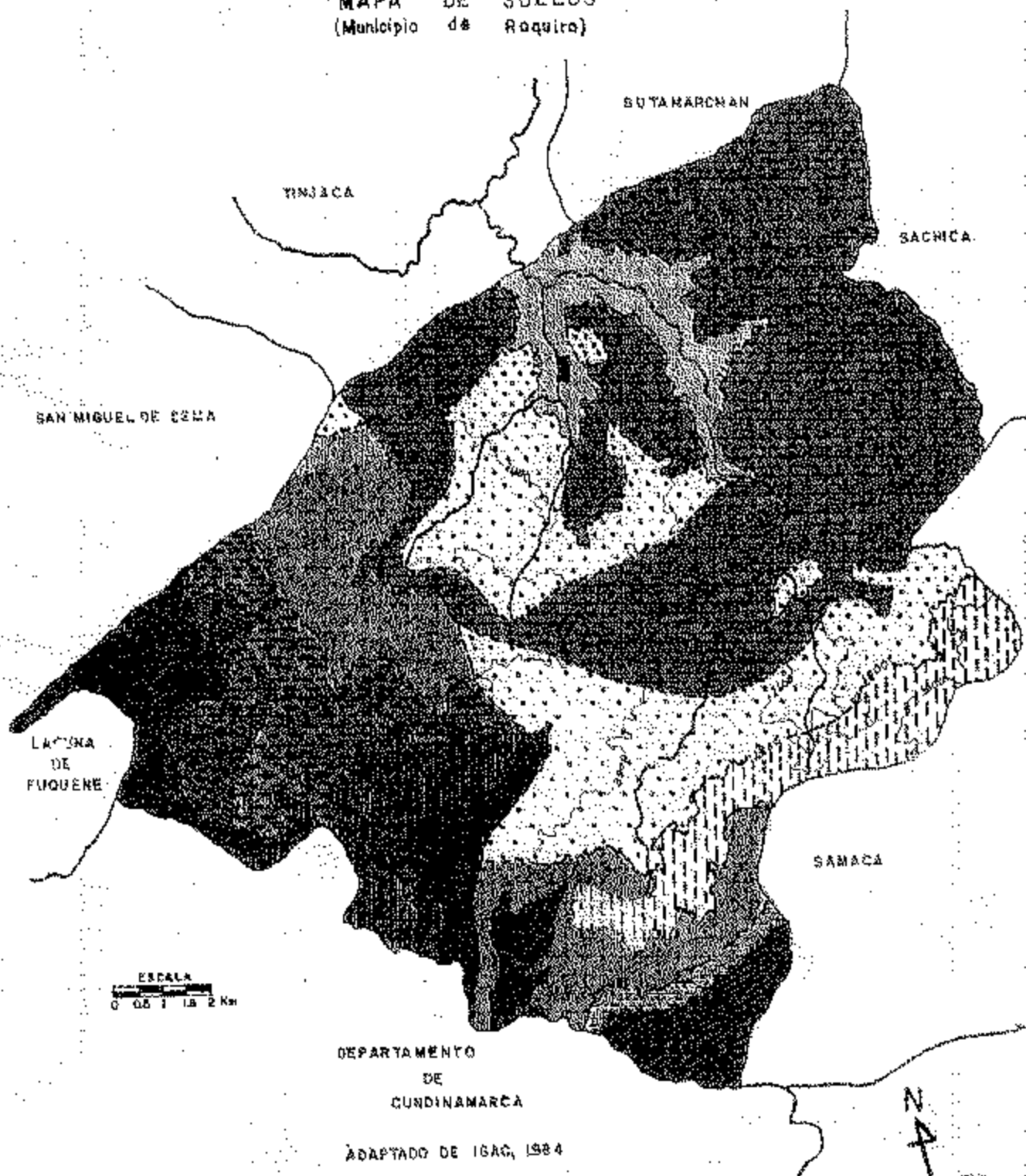
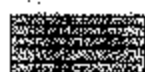
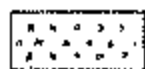


Figura 8. Mapa de Suelos

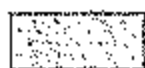
CONVENCIONES CORRESPONDIENTES A LA FIGURA 7. SUELOS



ME: Misceláneo erosionado. Zonas totalmente erosionadas por fenómenos hídricos superficiales y la acción del hombre.



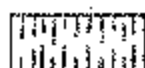
LV: Leyva-Volador. Suelos de laderas con influencia coluvial. Material parental de arcillas y lutitas.



GA: Gachancipá. Suelos de formas aluviales; valles estrechos y abanicos; bajos contenidos de materia orgánica. Bien drenados, limitados en su aptitud por falta de tamedad (fértiles).



AT: Alban-Tierranegra. Áreas depresionadas o pie de vertiente con influencia coluvial. Baja fertilidad, dedicados a ganadería y cultivos de pan coger.



RO: Rodríguez-Bosatama. Suelos de laderas, relieves quebrados, escasa profundidad efectiva, de difícil reforestación por lo que se debe conservar su vegetación natural.



CU: Cabrera-Tulcan. Suelos de laderas, relieve escarpado. Presentan escurrimiento concentrado, deslizamientos; van de bien a excesivamente drenados, profundos y superficiales.



TC: Tierranegra-Cabrera. Suelos aluviales de pendiente suave, derivados de cenizas volcánicas, litas y areniscas, profundos, bien drenados y epipedón rico en materia orgánica.



MG: Monseratte. Suelos de laderas de montaña, relieve escarpado, muy drenados, superficiales, sin uso agrícola. Se presentan cubiertos con vegetación natural (arbustos, pajonales).



CT: Cogua-Tota. Regiones transicionales entre clima frío húmedo y frío seco, al pie de laderas de montaña y pequeñas áreas fluvio-lacustres. Suelos bien drenados, moderadamente profundos con epipedón tímbrico rico en materia orgánica.



MR: Misceláneo-Rocoso. Tierras litosólicas, relieve escarpado, material parental rocoso (Formación Guadalupe Superior).



LR: Lagunita-Rabanal. Suelos de clima muy frío húmedo, laderas de montaña con influencia coluvial. Material parental de cenizas volcánicas o cenizas sobre arenisca. Ricos en materia orgánica, alta saturación de aluminio, pobre en fósforo.



SS: Siata-Susa. Suelos de planicie fluvio-lacustre, Bordean la Laguna de Fúquene; nivel freático alto, con fuerte acidez.

4.2.1. Uso actual

En el sector Nororiental, se encuentra tanta vegetación natural arbustiva, como vegetación de rastrojos y gramíneas. (Ver mapa 1). Hay reforestación con pinos en varios sectores; cultivos de maíz, frijol, fique y principalmente se encuentra allí, la zona de arcillas para artesanías. En el sector central, hay vegetación natural arbustiva, pastos (Kikuyo y Poa); sectores empleados en cultivos de maíz, rastrojos, gramíneas y zonas de artesanías. En el sector Sur y Suroeste del municipio, hay vegetación natural arbustiva, bosque primario y zona de artesanías.

Hacia el Suroccidente, se encuentra la zona agropecuaria y zona de ganadería con pasto mejorados, papa, maíz (IGAC, 1984).

En la Tabla 10 se muestra la ocupación territorial por cultivos y pasto a nivel veredal.

Tabla 10. Datos de producción año 1993

CULTIVO	ÁREA SEMBRADA HAS	ÁREA COSECHADA HAS	PRODUCCIÓN (t)	RENDE/ (Kg./ha)	VEREDAS PRODUCTAS (%)
PIRÍOL	27	22	26.4	1200	CANDELARIA ORIENTE 30 RESGUARDO ORIENTE 30 RESGUARDO ESTE 10 CANDELARIA ESTE 10 CHICHIGUCHAMPA 10 MIRQUE 10
PAPA	46	40	400	10000	FUERTA PEÑA ARRIBA 30 FUERTA PEÑA ABAJO 30 CASA BLANCA 20 MIRQUE 08 OACHANCA 07 OTRAS 05
MAÍZ ANUAL	148	118	165	1400	TORRES 20 RESGUARDO OCCID 15 MIRQUE 15 RESGUARDO ORIENTE 15 FUERTA PEÑA ABAJO 10 OTRAS 25
MAÍZ SEMESTRAL	10	08	08	1000	RESGUARDO OCCID 30 CANDELARIA OCCID 20 RESGUARDO ORIENTE 20 PUEBLO VIEJO 10 CANDELARIA ORIENTE 10 CHINQUICHANGA 10
ARVEJA	25	20	20	1000	FUERTA PEÑA ARRIBA 30 FUERTA PEÑA ABAJO 30 MIRQUE 10 OACHANCA 05 CASA BLANCA 05 OTRAS 20
CHIRADA	02	02	03	1500	CHINQUICHANGA 40 ROA 40 TARAS 20
TOMATE	03	03	67.5	22500	RESGUARDO ORIENTE 30 RESGUARDO OCCID 20 CHINQUICHANGA 20 CANDELARIA ORIENTE 20 OTRAS 10

Continuación tabla 10

CULTIVO	ÁREA SEMIERADA HAS	ÁREA COSECHADA HAS	PRODUCCIÓN (tn)	REND/ (Kg/ha)	VEREDAS PRODUCTAS (%)
CEBOLLA CABEZONA	10	10	180	18000	RESGUARDO ORIENTE 30 CHINQUICHAGA 20 CARAPACHO 10 RESGUARDO OCCID 10 GACHANECA 10 OTRAS 20
CITRICAS NARANJA	03	03	45	15000	CANDELARIA OCCID 42.2 RESGUARDO ORIENTE RESGUARDO OCCID CHINQUICHAGA PUEBLO VIEJO CANDELARIA ORIENTE

4.2.2. Uso potencial

Según carta Agrologica del IGAC, los suelos de este municipio son de uso agropecuario principalmente, correspondiente a las categorías V, VI y VII; la categoría V es apta para alta ganadería y moderada para agricultura, la categoría VI es apta para moderada agricultura y ganadería, y por último la categoría VII es apta para moderada ganadería y baja agricultura.

Son suelos de piso térmico templado y húmedo desarrollados en laderas de montaña en relieve quebrado a escarpado presenta erosión del 30%, en las zonas menos abruptas sedimentarias se da la conservación de cuencas hidrográficas, bosques y potreros.

4.2.3. Zonificación de los usos del suelo.

Una buena reglamentación para la promoción y el control de los usos del territorio y sus recursos naturales, deben tener por objetivo la optimización de la eficiencia ecológica, económica, social y política del mismo.

La zonificación de los usos del suelo, es el fundamento para la reglamentación de los usos del territorio y sus recursos.

Para la elaboración de la zonificación preliminar se tuvo en cuenta los siguientes criterios:

1. Se definieron las unidades de tierra, teniendo en cuenta las condiciones geomorfológicas, suelos y vegetación actual dominante, como se observa en el Anexo F.
2. Como resultado se obtuvo un mapa de zonificación representado en zonas de protección agropecuarias, zonas de restauración o rehabilitación, zonas de explotación minera y zonas urbanas, que son los usos posibles o potenciales del territorio jurisdicción del Municipio de Raquira.
3. Dentro de la zona urbana esta implícita la zona industrial ya que en la gran mayoría de predios urbanos se desarrolla la actividad cerámica, dicha actividad también se desarrolla en algunos predios rurales en forma disgregada.

La zonificación de usos del suelo se definió así:

DENOMINACION	DESCRIPCIÓN
ZONAS DE PROTECCIÓN	
SUBZONA CON VOCACIÓN FORESTAL 1-2-3-15-20-24	Por sus condiciones de suelo, geología, y cobertura, ameritan ser protegidas, más si se tiene en cuenta que están rodeadas de áreas que evidencian diferentes grados de erosión. Se encuentran allí las zonas altas (Paramos), y zonas de nacimientos de aguas.
SUBZONA DE PÁRAMO, SUBPÁRAMO Y NACIMIENTOS DE AGUA 39	Se encuentra en la zona alta, Páramo del Rabanal, declarada como zona de reserva por la CAR. Esta zona tiene su respectivo plan de manejo. Esta zona es de gran importancia, por cuanto surte los acueductos Municipales y Veredales de los Municipio de Guachetá, Riquira y Sernacá.
ZONAS AGROPECUARIAS	
SUBZONAS AGROPECUARIAS TRADICIONALES 8-17-18	Se localiza en las zonas de ladera principalmente. Requiere indispensablemente de prácticas de conservación de suelos, se encuentran rodeadas de zonas con fuertes procesos erosivos.
SUBZONA AGROPECUARIA INTENSIVA O MECANIZADA	Se localiza en las zonas planas del Municipio, en las llanuras fluvio lacustres. Su principal actividad productiva son los pastos manejados.
SUBZONA AGROPECUARIA INTENS. O SEMECANIZADA. 5-12-27	Se localiza en aquellas zonas en donde confluyen las colinas hacia la llanura. Las principales actividades productivas son la ganadería y la agricultura.
ZONA DE RESTAURACIÓN O REHABILITACIÓN ECOLÓGICA 9	Son áreas erosionadas, que necesitan ser recuperadas y conservadas con prontitud.
ZONA MINERO EXTRACTIVA 36	Se localiza sobre la cota 2.600. la actividad se dedica a la explotación de Carbón, en forma artesanal.
ZONA URBANA	Cabecera Municipal (presente zona industrial).

Ver Mapa 2.

4.2. HIDROLOGÍA

4.2.3. Agua Superficial

Posee dos grandes hoyas hidrográficas, formadas por los Ríos Raquira y Candelaria. Igualmente se encuentran el Río Colorado, Dulce, Saldo y algunas quebradas como las de San Pedro, Cañadas, Las Animas, El Chevo, La Lajitas, Pozo Hondo, Casavieja, La Rochela, La Calada y Piedra Herrera, entre otras, pertenecientes a la Cuenca del Río Suarez.

Las fuentes de agua cada vez son más escasas por la desprotección de las microcuencas donde los factores que más inciden son: la tala de árboles y queemas indiscriminadas.

Los cauces de agua no presentan posibles niveles de contaminación a pesar de que no se han implementado programas de manejo de aguas y estériles para las minas.

4.3.2. Agua subterránea

No se conocen estudios.

4.4. FLORA

De acuerdo con Hernández el área del municipio de Raquira, se considera un pedobioma (Bioma amazónico en el que la vegetación está determinada por condiciones edáficas más que por condiciones climáticas) que soporta de piso térmico frío.

Según la nomenclatura de Del Villar (1929) la Chersophytia o Pezophytia, corresponde a aquel ecosistema en el que hay discrepancia de factores por la sequía del suelo, independientemente del clima; se distingue así de la xerophytia y sub-xerophytia en que la escasez absoluta o relativa de humedad, respectivamente, depende del clima.

Estos pedobiomas se hallan a elevaciones de 2300 a 2700 m.s.n.m., en terrazas que bordean los rellenos lacustres de los altiplanos de Bogotá, Ubaté y Valle del Tundama; así como la periferia del Cañón del Chicamocha, regiones de Pamplona y Chitagá, que aparecen como enclaves más o menos extensos, sobre suelos planosólicos (alfisoles) con poca profundidad efectiva, debido a la presencia de una capa de arcilla impermeabilizante (claypans). Son suelos fácilmente erosionables y en su mayor parte este pedobioma ha sido degradado. En sus características climáticas, encaja dentro del "Bosque seco montano bajo" según Holdridge (IGAC, 1977), pero las limitantes que ofrece la citada capa de arcilla para la penetración de raíces y la economía de agua en las plantas, impone a la vegetación rasgos xeromorfoicos (Hernández).

El pedobioma incluye sectores transicionales en que se hallan poco evolucionados pero formados bajo condiciones de relativa aridez.

La vegetación es esencialmente perennifolia. Entre las especies más características, figuran el "dividivi" (*Caesalpinia spinosa*), "ayuelo" (*Dodonaea viscosa*), el "cero" (*Baccharis caniniifolia*), *Con Sp*, especies nativas de "pence" o "motus" (*Agave sp*), cactáceas como *Opuntia sp* y *Mammillaria colombiana*; las "Venturosas" con aceites aromáticos como

Lantana boyacana y *L. Aff. Canescens*, y el "alcorno" (*Artemisa sodiroi*); hierbas rastreras *Evolvulus bogotensis*, *Selaginella aff. Sellowi*; pastos como *Bouteloua simplex* diversas geófitas como *Hypoxis decumbens*, *Peperomia alpina* e *Ipomea* sp, el "gurrubo" (*Solanum lycioides*); líquenes y musgos esfíntos.

Probablemente, en su condición climática, esta vegetación era un bosque bajo relativamente denso que ha sido transformado en matorrales y pastizales cortos por intervención humana, que en algunos casos se remonta a épocas precolombianas, lo cual sumado a las condiciones del relieve y la pobreza de los suelos, ha dado al paisaje, el aspecto de aridez que presenta actualmente. Este pedobioma contactaba áreas pantanosas y bosques mesófilos y microfilos (Hernández).

En general para Raquira, podemos definir tres zonas de vegetación diferenciadas: la zona "árida" y altamente erosionada, es decir la zona rica en arcillas para la cerámica; la zona de páramo, hacia el sur del municipio, parte del páramo de Rabanal y finalmente la zona agrónomicamente productiva, en los límites con la laguna de Fúquene, sin excluir, dentro de esta división las áreas de bosques dispersos, particularmente en el centro y suroeste del municipio. (Ver figura 8).

4.5. FAUNA

La fauna silvestre que actualmente reside en el área del municipio está aminorada, siendo afectada por las profundas transformaciones hechas por el ser humano sobre la cobertura vegetal y la ausencia de los diferentes nichos ecológicos que disponía anteriormente en el

municipio. La mayoría de los mamíferos por ejemplo, no están presentes en la zona y los de tamaño relativamente grande como el Oso Andino (*Tremarctus Ornatus*), el venado (mazama sp) y el zorro (*Dusicy* sp) ya no existen debido principalmente a la falta de refugio y a la caza, lo mismo que los patos pato real (*Cairina moschata* y el género *Anas*), que llegaban al cuerpo de agua solo quedando el conejo de monte (*Sylvilagus brasiliensis*) y el fara (*Dipelphis* sp) entre otros. Acompañando a estas especies están los ratones de campo (*Oryzomys* sp) como mamíferos con mayor adaptación a las modificaciones de los hábitats naturales modificados en el área del municipio. Debido a los anteriores factores es que predominan en general las especies pequeñas y herbívoras sobre las carnívoras, situación que en los años anteriores era contraria.

Los pequeños vertebrados herbívoros producen un impacto mínimo sobre la vegetación existente del municipio, ya que es usada como refugio y alimentación, esparciendo las semillas de algunas plantas silvestres. Entre éstas especies se encuentran los roedores: conejo de monte (*Sylvilagus brasiliensis*), ratones de campo (*Oryzomys* sp *Melanomys* sp) y el curi (*Cavia porcellus*). El primero está presente en casi todas las áreas boscosas y rocosas, los ratones se encuentran en los cultivos, matorrales y asentamientos humanos, mientras la última especie se encuentra restringida a zonas pantanosas y fangosas.

De las cuatro clases taxonómicas de la fauna silvestre (aves, mamíferos, anfibios y reptiles), la avifauna es el grupo más abundante como el más común en el área del municipio, debido principalmente, a que cuenta en su territorio un ecosistema acuático de aguas lérticas: laguna de Púquena. Entre las especies más comunes de aves, en el área del municipio, se

destacan las especies: miras (*Turdus fuscater*, *Mimus gilvus*), copetón (*Zenotrichia capensis*), frijolino (*Phenictus aureiventris*, *Catamenia* sp., *Spinus* sp), golondrinas (*Notiochelidon murina*, *Riparia riparia*, *Hirundo rustica*), strapamoscas (*Tyrannus tyrannus*, *Tyrannus melancholicus*, *Muscivora tyrannus*, *Motocerculus leucophrys*, *Nuttallornis borealis*, *Contopus virens*, *Empidonax virens*), jilgero (*Dendroica fusca*), reinita (*Vermivora peregrina*, *Dendroica fusca*), troglodita (*Troglodytes aedon*), palomas (*Columba talpacoti*, *Zenaida macroura*), chivi (*Basileuterus leucoviridis*), cucharero (*Cistothorus platensis*), colibríes (*Colibri coruscans*, *Coeligena torquata*, *Lania* sp), garza (*Bubulcus ibis*) y muy esporádicamente se puede encontrar el halcón (*Falco sparverius*), la lechuza (*Fyto alba*), la garza pochiblanco (*Hydranassa tricolor*) y el báho (*Otus choliva*).

Debido al acceso que tiene el municipio a la laguna de Fúquene, se encuentran otras especies bastante importantes. El grupo con más especies representadas en este cuerpo de agua son las aves, y las comunes son: gallinetas de agua (*Rallus semipalmatus*, *Porphyrio martinica*, *Fulica americana*, *Porphyrio melanops*), las tingues (*Tringa solitaria*, *Actitis maculosa*, *Calidris melanotos*, *Gallinago nobilis*), los cuculillos (*Coccyzus erythrophthalmus*) y la garza enana (*Ixobrychus exilis*). El icterido (*Sturnella magna*) es el orden de las passeriformes la especie colonizadora con mayor grado de adaptabilidad a los hábitats intervenidos destinados a la agricultura y ganadería.

Los anfibios se encuentran en las zonas húmedas, pantanos, fangales y cuerpos de agua que atraviesa y tiene el municipio, donde son utilizados como refugio y protección, pues allí

pasa gran parte de su ciclo biológico. Se destacan las especies de ranas (*Hyla labialis*, *Areolopus* sp., *Colostethus* sp. y *Gastrotheca nicefori*) como las más abundantes.

Otro grupo de especies de la fauna silvestre acompañantes a las anteriores son los reptiles, de donde se destacan por abundancia en los diferentes hábitats del municipio la culebra (*Atractus* sp) y lagartijas y lagartos (*Phenacosaurus* sp., *Proctoporus striatus* y *Anolis tolimensis*). Están presentes en lugares boscosos con suficiente rastrojo y matorrales donde son usados como hábitats para alimentarse y reproducirse.

Uno de los problemas que ha contribuido a la extinción y desplazamiento de las especies endémicas de la zona, a sido a causa de las explotaciones mineras; la cual no tiene control por parte de las autoridades ambientales presentándose la ausencia de permisos o licencias ambientales para su explotación.

5. BASE EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS

Los aspectos generales anteriormente descritos son el fundamento para relacionar elementos como el clima, topografía, población, ubicación geográfica y otros los cuales son básicos para poder desarrollar en el presente capítulo un Modelo Gaussiano de Dispersión el cual dependerá de muchos factores correlacionados; por ejemplo, las características meteorológicas del ambiente, la ubicación de las chimeneas y la naturaleza física y química de los efluentes.

5.1. ROSA DE LOS VIENTOS

Para la elaboración de la rosa de vientos de la zona objeto de estudio, se procedió a recolectar la información meteorológica (velocidad y dirección del viento) existente en la región. Para el caso se tomaron datos horarios de las estaciones de Eclama Tolón (Chiquinquirá) y San Miguel de Sema (San Miguel de Sema) ya que no existe una estación meteorológica en el municipio de Raquira.

De la estación Eclama Tolón se encontraron datos entre 1991 – 1993 y de San Miguel de Sema entre 1991 – 1996, los cuales se tabularon de acuerdo a las siguientes direcciones N, NE, E, SE, S, SW, W, NW, y velocidades entre los rangos 0.0 – 2.2, 2.3 – 4.4, 4.5 – 6.6 y 6.7 – 8.8 m/seg. Que se determinaron de la siguiente forma: se selecciona el valor más alto registrado en las estaciones, repartiendo en cuatro rangos de frecuencia.

Posteriormente cada dato leído era ubicado en tablas de acuerdo con la dirección y rango de velocidad que se presentaba.

Al tener tabulados los datos por hora y por año, se agrupó la información de los nueve años como se muestra a continuación.

Tabla 11. Frecuencia de la dirección y velocidad del viento observada a intervalos horarios (m/seg)

DIRC \ VEL	0.0 - 2.2	2.3 - 4.4	4.5 - 6.6	6.7 - 8.8	Σ TOTAL
N	6300	1209	350	43	7902
NE	4725	706	179	19	5629
E	5190	1626	424	38	7478
SE	6542	3913	869	50	11374
S	4613	3504	484	38	8639
SW	2500	2134	369	22	5025
W	3720	1144	206	25	5095
NW	3350	806	224	18	4398
Σ TOTAL	36940	15242	3105	253	55540

Calmas 3701

Para que la información fuera confiable era necesario verificar si los datos eran o no sesgados, aplicando la siguiente ecuación.

Si $\Sigma FDP / \Sigma FDS \neq (0.85 - 1.15) \Rightarrow$ hay sesgo.

Si hay sesgo \Rightarrow remoción sesgo

Donde:

ΣFDP : Direcciones primarias (N, E, S, W)

ΣFDS : Direcciones secundarias (NE, SE, SW, NW)

$$31 K = \Sigma FDF / \Sigma FDS$$

Entonces, $K = (29114/26426)$
 $K = 1.102$

Este valor nos indica la ausencia de sesgo, evitando hacer correcciones a los datos.

Posteriormente se distribuyen las calmas en el primer rango de frecuencia teniendo en cuenta la distribución porcentual de los dos rangos de velocidad de menor velocidad, como se muestra.

$$Nv_i = Nv_i (1 + (N_e/N_v)) \quad (1)$$

Donde:

- Nv_i = Valor corregido
- Nv_i = Frecuencia de vientos de baja velocidad en una dirección determinada
- N_e = Número total de calmas
- N_v = Frecuencia de vientos de baja velocidad (0.0-2.2 y 2.3-4.4)

$$Nv_i = 6300 (1 + (3701/52182))$$

$$Nv_i = 6747$$

Para la columna 2 con un Nv_e de 1295 en la dirección N obtenemos la diferencia con respecto a los datos reales como se muestra:

$$1295 - 1289 = 86$$

Luego se le suma la respectiva diferencia a la columna 1 después de aplicar la fórmula (1), para así involucrar las calmas distribuidas en cada una de las direcciones, obteniéndose la siguiente tabla.

Tabla 12. Valores finales corregidos

DIRC \ VEL	0.0 - 2.2	2.3 - 4.4	4.5 - 6.6	6.7 - 8.8	Σ TOTAL
N	6833	1209	350	43	8435
NE	5111	706	179	19	6015
E	5687	1826	424	38	7975
SE	7283	3913	869	50	12115
S	5188	3304	484	38	9214
SW	2828	2134	369	22	5353
W	4065	1144	206	25	5490
NW	3645	806	224	18	4693
					59240

Estos datos son utilizados finalmente para la elaboración gráfica de la rosa de vientos, verificando la tendencia de los vientos con la interpretación efectuada de cada una de las rosas de los vientos elaboradas por año. (Ver figura 5 y Anexo G).

5.2. HORNOS

En esta parte se dan a conocer las características generales de los hornos para detallar algunos aspectos que se tendrán en cuenta para desarrollar la encuesta.

5.2.1. Inventario de hornos

Tras visitar los hornos dentro del perímetro urbano y rural de Raquira, podemos inferir que los hornos operados a carbón (tipo colmena) son fabricados en adobe, ladrillo, barro y algunos casos pegados con una mezcla de arena y melaza; con una puerta de carga y varios quemadores (entre 1 y 3). De estos hallamos 86 que constituyen en el 79.0% del

total registrado (ver Tabla 13), siendo los más predominantes. En segundo orden encontramos los hornos que por combinar el uso de la leña y el carbón se han denominado mixtos, caracterizándose por ser hornos con estructura similar a la de los de leña pero con una adaptación en su quemador (parrilla de riel o barras de arcilla) que permiten la quema tanto de leña como de carbón. De estos hallamos 15 unidades que se constituyen en el 14.0% del total registrado (ver Tabla 13).

En tercer orden se encuentran los hornos que funcionan a base de leña tipo mediterráneo, cónico-circular, construido con adobes, barro y en algunos casos “trancado” (recubierto) con piedra, cuando esta a la intemperie, con una puerta de coque y un solo quemador. Hallamos 8 hornos de este tipo constituyéndose en el 7.0% del total registrado (ver Tabla 18).

Por último se encuentra un horno operado a base de gas propano, de modo rectangular y recubrimiento metálico con ladrillo refractario, el cual no está en funcionamiento.

En consecuencia, la cantidad de horno encontrados en la zona urbana es de 69 y en la zona rural 40. Ver mapa 3.

HORNO DE CARBON.

TIPO COLMENA

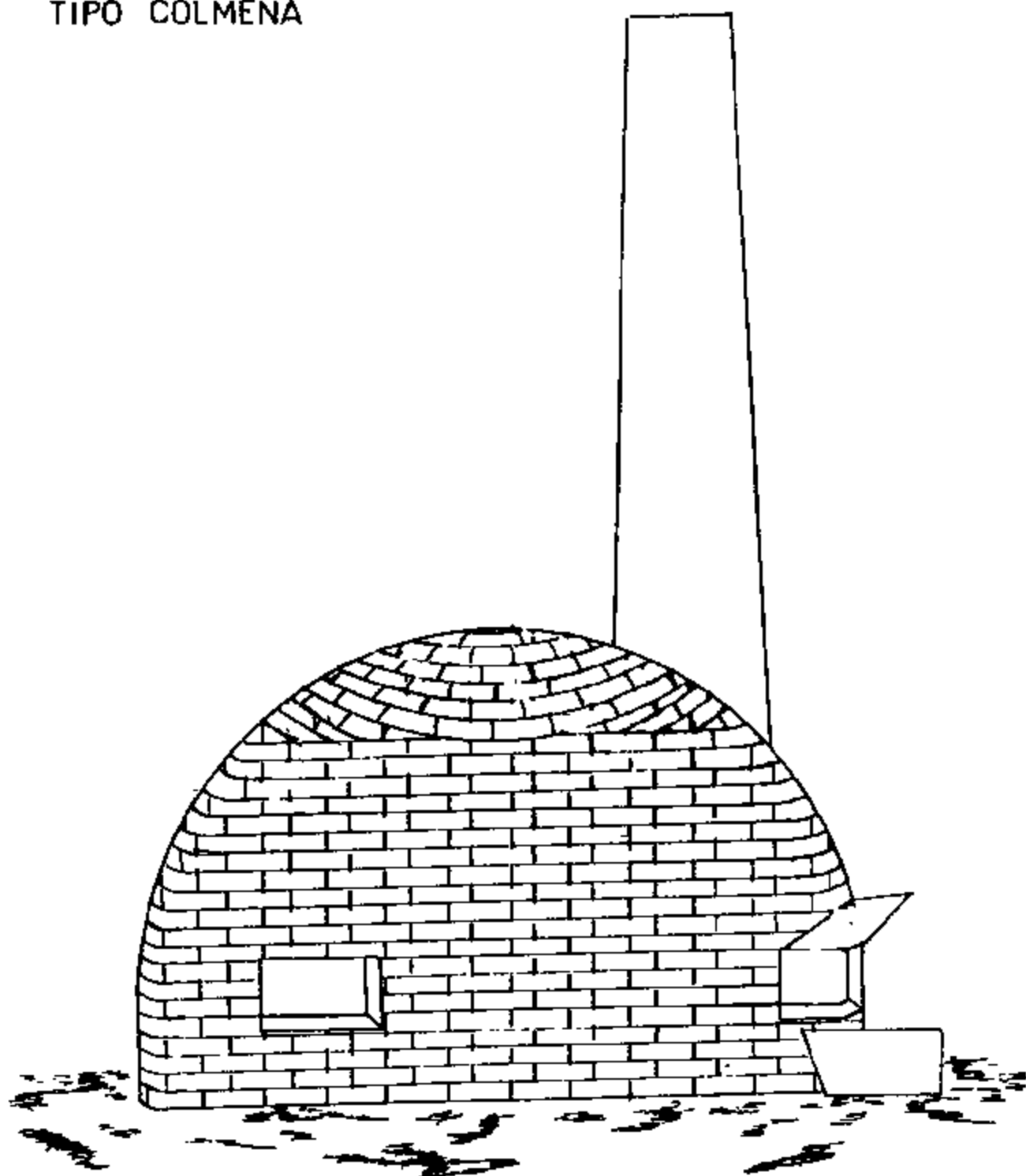


Tabla 13. Hornos existentes en el Municipio de Ráquira

TIPO	CANTIDAD	PORCENTAJE (%)
CARBÓN	86	79
MIXTO	15	14
LEÑA	8	7
GAS	1	-
TOTAL	110	100

En resumen se puede decir que la incorporación paulatina de los hornos operados a carbón ha traído beneficios como perjuicios.

Este aspecto puede explicarse por tres circunstancias constatadas durante el tiempo de trabajo de campo:

- a. El alto volumen de la producción la construcción de hornos más grandes operados a carbón, a contribuido a elevar los niveles de contaminación viéndose afectada la salud y el medio ambiente.
- b. Obtención de mayores utilidades (producción – tecnificar).
- c. Debido a la calidad y comercialización de las artesanías a nivel local y nacional se ha logrado fomentar la cultura y el turismo en la región.

5.2.2. Hornos a base de carbón

Los hornos que a continuación se describen representan un mayor grado de contaminación que aquellos que utilizan como combustible leña y a la vez representan la mayor cantidad de hornos.

5.2.2.1. Forma

Los hornos operados a carbón son de forma circular, tipo colmena, con quemadores laterales externos y una 7chimenea ubicada bien sea junto al cuerpo del horno o separadas de este 0.5m y 2.5m sin justificación técnica objetiva.

5.2.2.2. Materiales de fabricación

En términos generales puede decirse que todos los materiales empleados en la fabricación de los hornos operados a carbón son producidos en la misma zona (adobes) y en ocasiones traídos de poblaciones vecinas como Sachica y Tinjaca (Ladillo Común). La mano de obra es oriunda de la región y los maestros constructores son por lo general personas especializadas en este tipo de labor, aunque evidencian un saber y experiencia empírica que se trasluce en las deficiencias técnicas que afectan el adecuado funcionamiento de dichos hornos.

Por otra parte el material aglutinante usado en todos los hornos operados a carbón es una mezcla de barro y arena, con adición en ciertas ocasiones de melaza.

5.2.2.3. Consumo de carbón

Es sabido que en Raquira el consumo de carbón comienza a mediados de la década del '70 con la construcción de los primeros hornos operables con este combustible. A partir de 1980 se incrementa la construcción de este tipo de horno en consonancia con el aumento de la demanda de productos cerámicos que poco a poco se ubican favorablemente en el mercado nacional gracias a la labor de comerciantes emprendedores y a las ventajas a nivel productivo que significa el quemar grandes volúmenes de cerámica.

Por otra parte la escasez de leña, facilita la introducción del carbón como combustible alternativo de fácil consecución y alto rendimiento relativo en cuanto a costo de volúmenes de consumo.

Por supuesto que el impacto ambiental de su uso tan solo fue estimado cuando el nivel de contaminación por gases residuales (producto de una combustión incompleta del carbón) se asocia con el aumento de enfermedades broncopulmonales e irritaciones oculares que incidieron en la determinación tomada por el CONSEJO MUNICIPAL mediante el acuerdo 923 de 1988 de prohibir la construcción de hornos operados a base de carbón en el perímetro urbano. Así desde esta fecha se han hecho algunas reformas a los hornos contribuyendo a una combustión completa, además de utilizar carbones menos contaminantes.

5.3. MATERIAS PRIMAS ARTESANALES

5.3.1. Procedimiento seguido en el empleo de las arcillas

La extracción de las arcillas es realizada manualmente a pica y pala en todo los yacimientos explotados localmente. Allí se carga en los transportes para ser llevada a los talleres artesanales. Una vez puesta en el sitio que todo taller tiene destinado para su depósito se deja secar a la intemperie, cuando hay tiempo para esto, hasta que se pierde el agua y queda en terrones que serán triturados con pisón. Luego de trituradas se hecha en tanques con paredes de cemento, generalmente construidos a nivel del suelo, para ponerla a remojar de un día para otro. En ese mismo tanque se echan las arcillas a mezclar. Posteriormente se realiza la "molienda" sacando la arcilla remojada para echarla en un molino construido con una caneca metálica de 55 galones a la que se ha adaptado un arpo (tubo con palas laterales) rotable que es movido por la fuerza de bestias. La arcilla, molida y mezclada, sale por una abertura inferior de la caneca en bloques que comienzan ser apilados uno sobre otro para conformar un gran bloque perfectamente afinado con la ayuda de cortadores⁴ hasta darle una estructura rectangular de la que se cortaran los pedazos requeridos para moldear. Este es el proceso seguido por los talleres ubicados en el casco urbano, y algunos en el área rural, dedicados a la producción de materas y otros productos de molde (marranos, alcancías por ejemplo) que no requieren arcillas procesadas.

La arcilla destinada ha ser trabajada en torno necesita un proceso más completo consistente en la resobada y tamizada (para extraerle piedras e impurezas que dañarían la pieza cerámica), labores arduas que implican cierta especialización ubicada en el estatus más bajo

de la división del trabajo artesanal. Se aclara que la tamizada a este nivel se realiza con arcilla húmeda aspecto que incrementa el grado de dificultad propio de dicha actividad.

En algunos talleres de la zona urbana, el tratamiento dado a las arcillas difiere un poco en principio porque las cantidades procesadas son menores, las arcillas llevan arena de río adicionalmente y se carece de la infraestructura que tienen los otros (tanques de remojo y molido), debiéndose llevar el proceso de acuerdo al modo tradicional consistente en poner a remojar la arcilla en hoyos enterados en el suelo, para luego mezclarla pisándola repetidamente con los pies descalzos hasta obtener la consistencia requerida para el resabado y posteriormente utilización en la factura de la loza totalmente modelada a mano.

También en la región se utilizan “molinos de martillo” para pulverizar la arcilla seca y triturada, tamizándola después en mallas adecuadas para conseguir la calidad mínima deseable a nivel técnico. Esta última observación permite inferir un escaso tratamiento técnico que reciben las arcillas en términos generales, en parte por desconocimiento total de las técnicas debidas en parte por las exigencias productivas que subordinan la calidad a la cantidad de artesanías requeridas.

5.3.2. Otros tipos de materia prima

En la actividad cerámica se emplean, además de la arcilla, pigmentos minerales de factura industrial (óxidos de hierro amarillo, rojo y negro), pinturas y esmaltes transparentes

⁴ Herramienta rudimentaria consistente en un alambre acerado templado por un mango de madera.

sintéticos (usados principalmente en la decoración de las maderas de molde o "tarros"), sal común para dar un color rojizo a las piezas, estírcol de burro y aserrín por agregar la cerámica y arena de río cernida y utilizada para la elaboración de la cerámica rústica (pangas, chorros, ollas, cazuela, tinajas, etc.) con el fin de reducir la plasticidad de la arcilla, proporcionar mayor resistencia al calor y dar una apariencia bruta al acabado de estas piezas.

5.4. ENCUESTA

La encuesta se diseñó para conocer las características físicas de los hornos y sus elementos conexos para la elaboración de las artesanías, con el fin de involucrarlos en el análisis de la calidad del aire.

5.4.1. Diseño de la encuesta

Para determinar las preguntas que hicieron parte de la prueba piloto se analizó la información general de los hornos y a la vez que preguntas requerían importancia para ser analizadas y utilizadas en el cálculo de las emisiones de contaminantes atmosféricos y la posterior aplicación del el modelo de dispersión.

5.4.2. Muestreo

El método de muestreo utilizado fue el probabilístico donde todos los elementos muestrales de población tenían la misma probabilidad de elegirse por ello se determinó al azar (muestreo aleatorio) que elementos conformarían la muestra, debido a que la población era homogénea y tenía elementos semejantes.

Para determinar el número de muestras se realizó una prueba piloto, la cual consistía en tomar al azar una población, que en este caso fue de 10.

Posteriormente se calculó la varianza de los dos atributos de la muestra (altura y diámetro de chimenea) que se mantienen relacionados con emisiones atmosféricas al analizar las 10 encuestas piloto realizadas. Ver Anexo H.

Assumiendo un nivel de confiabilidad de 90% y un error del 25%, se logró establecer el número de encuestas de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$n = \frac{t^2 \cdot S^2}{d^2}$$

De donde:

t: Nivel de confiabilidad en t student (WALLPOLE, Estadística)

S²: Varianza

d: Porcentaje de error

Ejemplo (para altura de la chimenea):

$$n = (1.372^2 \cdot 0.9225^2) / 0.25^2$$

$$n = 28$$

La Tabla 14 resume los datos de la prueba piloto tanto como para altura de chimenea como para diámetro.

Tabla 14. Análisis de la prueba piloto

ASPECTO	VARIANZA	No. ENCUESTA
Altura chimenea	0.9225	28
Diam. de chimenea	0.40	12

Las encuestas fueron realizadas en la zona urbana del municipio de Ráquira.

5.4.3 Análisis

La encuesta se desarrollo aplicando el mismo formato utilizado en la prueba piloto. Ver Anexo H.

La recolección de la información se hizo en forma personalizada dividiendo la zona en subzonas de tal forma que la muestra fuera representativa.

Con el propósito de hacer una comparación gráfica entre resultados obtenidos por las diferentes variables, se llevo a cabo la determinación del tamaño de los intervalos, marcas de clases, media y varianza de acuerdo a los valores asignados a cada variable.

A continuación se analiza cada una de las preguntas formuladas en la encuesta para conocer las condiciones en que se encuentran los hornos.

5.4.3.1. Infraestructura de los hornos

Tipo de horno. De acuerdo con la información de la encuesta tenemos que el 79% de los hornos son tipo colmena, y el 21% son tipo mediterráneos.

Tipo de ducto en el horno. En el 95% de los hornos se presenta un tipo de ducto llamado buitrón, y en el restante 5% no se presenta ningún tipo de ducto o chimenea.

Altura de la chimenea. Los cálculos realizados para la tabulación de la información se muestran a continuación:

$$\text{Número de intervalos} = 1 + 3.3 \log N$$

$$\text{Número de intervalos} = 1 + 3.3 \log 28$$

$$\text{Número de intervalos} = 5.77$$

$$\text{Rango} = \text{valor mayor} - \text{valor menor}$$

$$\text{Rango} = 12 - 0.8$$

$$\text{Rango} = 11.2 \text{ m}$$

$$\text{Intervalo (C)} = (\text{Rango}/\text{Número de intervalos})$$

$$C = (11.2/5.77)$$

$$C = 1.94$$

$$\text{Punto de trabajo A} = 11.52$$

$$\text{Media (x)} = A + ((\Sigma FU/N) * C)$$

$$\text{Media (x)} = 11.52 + (-13/28)*1.94$$

$$\text{Media (x)} = 10.6 \text{ m}$$

$$\text{Desviación} = C * ((\Sigma FU^2/N) - (\Sigma FU/N)^2)^{0.5}$$

$$\text{Desviación} = 1.94 * ((33/28) - (13/28)^2)^{0.5}$$

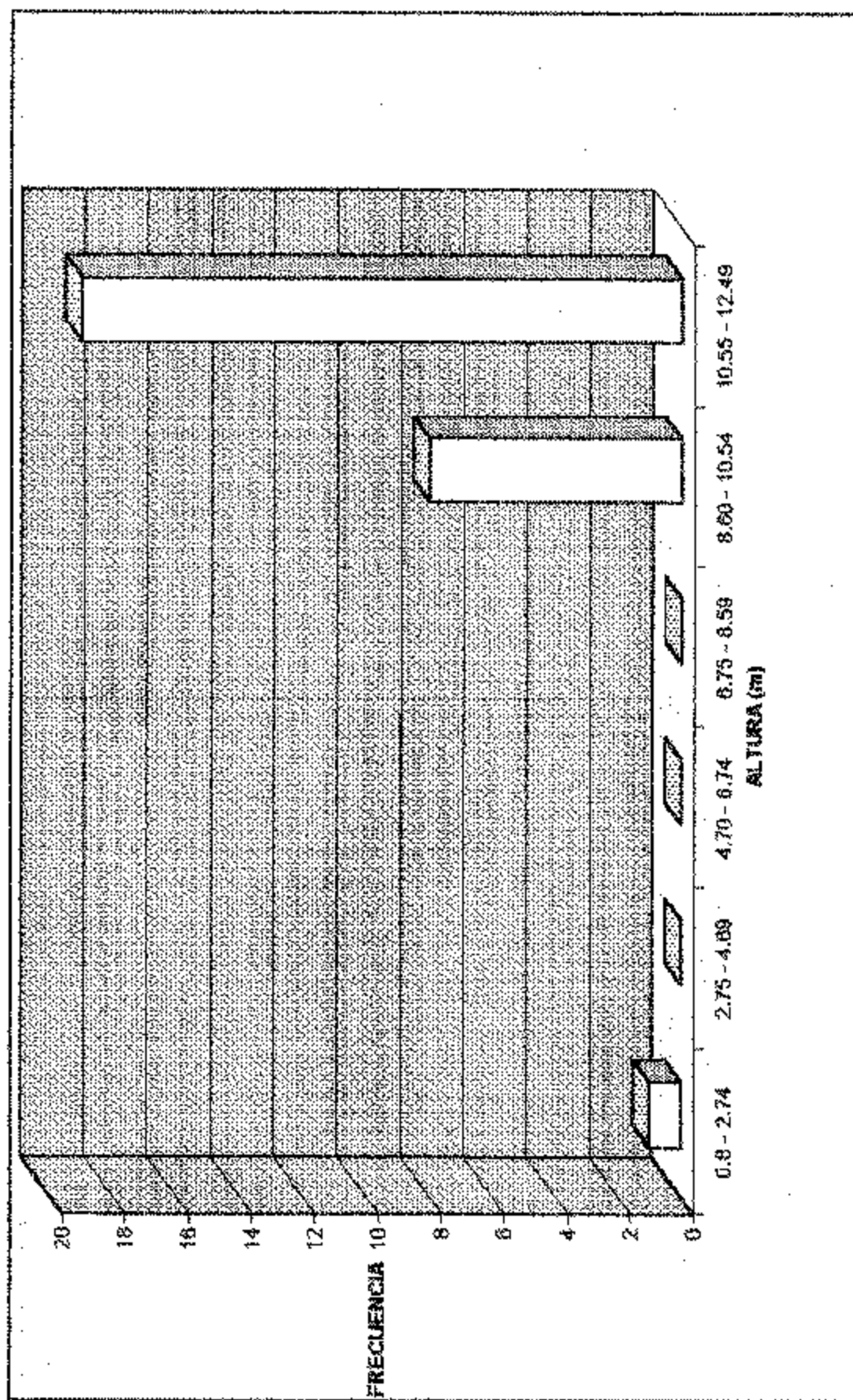
$$\text{Desviación} = 1.90$$

Tabla 15. Altura de la chimenea

CLASE ALTURA (m)	F	M	U	FU	U ²	FU ²
0.80-2.74	1	1.77	-5	-5	25	25
2.75-4.69	0	3.72	-4	0	16	0
4.79-6.64	0	5.67	-3	0	9	0
6.65-8.59	0	7.62	-2	0	4	0
8.60-10.54	8	2.57	-1	-8	1	8
10.55-12.49	19	11.52	0	0	0	0
				-13		33

En la figura 9 se presenta el histograma que representa los resultados obtenidos. En el se observa que altura de las chimeneas alcanza mayor frecuencia dentro del intervalo 10.55- 12.49. estos valores se pudieron verificar con los resultados obtenidos en la media. El dato de desviación estándar nos muestra la gran dispersión que tienen los valores con respecto a la media.

**FIGURA 9. HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS
ALTURA DE LA CHIMENEA**



Diámetro de la chimenea. Los cálculos realizados para la tabulación de la información se muestran a continuación:

$$\text{Número de intervalos} = 1 + 3.3 \log N$$

$$\text{Número de intervalos} = 1 + 3.3 \log 28$$

$$\text{Número de intervalos} = 5.77$$

$$\text{Rango} = \text{valor mayor} - \text{valor menor}$$

$$\text{Rango} = 1.04 - 0.4$$

$$\text{Rango} = 0.6$$

$$\text{Intervalo (C)} = (\text{Rango}/\text{Número de intervalos})$$

$$C = (0.6/5.77)$$

$$C = 0.104$$

$$\text{Punto de trabajo A} = 0.662$$

$$\begin{aligned}\text{Media (x)} &= A + ((\Sigma FU/N) * C) \\ \text{Media (x)} &= 0.662 + (-17/28) * 0.104 \\ \text{Media (x)} &= 0.5 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Desviación} &= C * ((\Sigma FU^2/N) - (\Sigma FU/N)^2)^{0.5} \\ \text{Desviación} &= 0.104 * ((45/28) - (17/28)^2)^{0.5} \\ \text{Desviación} &= 0.116\end{aligned}$$

Tabla 16. Diámetro de la chimenea

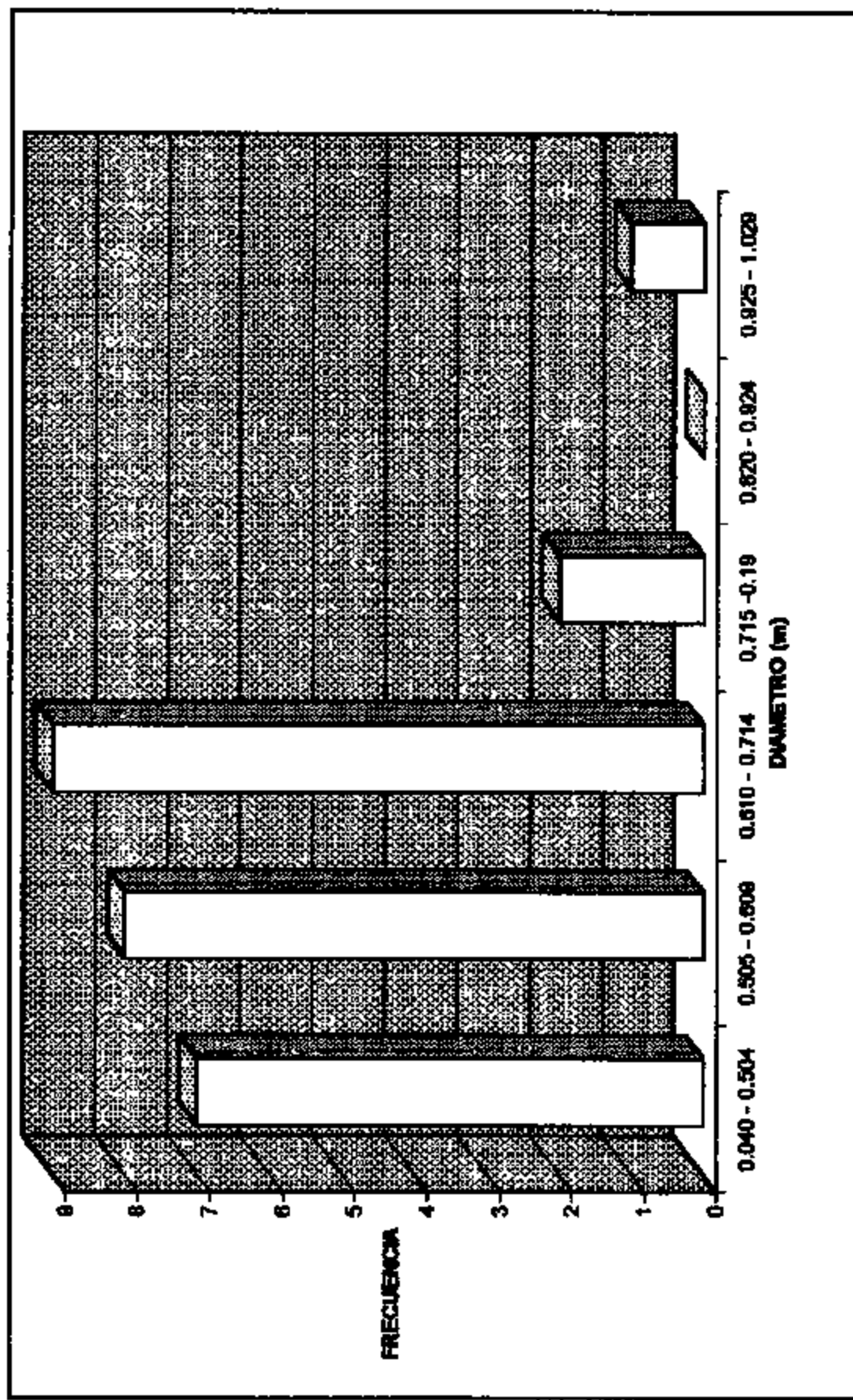
CLASE DIÁMETRO (m)	F	M	U	FU	U ²	FU ²
40-0.504	7	0.452	-2	-14	4	28
0.505-0.609	8	0.557	-1	-8	1	8
0.610-0.714	9	0.662	0	0	0	0
0.715-0.819	2	0.767	1	2	1	2
0.820-0.924	0	0.872	2	0	4	0
0.925-1.0291	1	0.977	3	3	9	9
				-17		45

De acuerdo con la figura 10, el histograma señala que el diámetro de la chimenea se encuentra dentro del intervalo 0.620-0.714 con una media de 0.60; Como vemos el valor de desviación estándar (0.116) nos muestra la poca dispersión de los datos con respecto a la media.

5.4.3.2. Combustible

De acuerdo con las encuestas, el 79% de los hornos utiliza carbón, y 7% utiliza madera y los hornos mixtos son trabajados por un 14% de la población.

**FIGURA 10. HISTOGRAMAS DE FRECUENCIAS
DIAMETRO DE LA CHIMENEA**



Cuánto combustible utilizo.

Los cálculos utilizados para la tabulación de la información se muestran a continuación:

$$\text{Número de intervalos} = 1 + 3.3 \log N$$

$$\text{Número de intervalos} = 1 + 3.3 \log 28$$

$$\text{Número de intervalos} = 5.77$$

$$\text{Rango} = \text{valor mayor} - \text{valor menor}$$

$$\text{Rango} = 12 - 0.3$$

$$\text{Rango} = 11.7$$

$$\text{Intervalo (C)} = (\text{Rango} / \text{Número de intervalos})$$

$$C = (11.7 / 5.77)$$

$$C = 2.03$$

$$\text{Punto de trabajo A} = 3.355$$

$$\text{Media (x)} = A + ((\Sigma FU/N) * C)$$

$$\text{Media (x)} = 3.355 + (39/28) * 2.03$$

$$\text{Media (x)} = 6.20$$

$$\text{Desviación} = C * ((\Sigma FU^2/N) - (\Sigma FU/N)^2)^{0.5}$$

$$\text{Desviación} = 2.03 * ((127/28) - (39/28)^2)^{0.5}$$

Desviación **= 3.27**

Tabla 17. Combustible utilizado

CLASE CANTIDAD (Ton/mes)	F	M	U	FU	U²	FU²
0.3-2.33	3	1.315	-1	-3	1	3
2.34-4.37	9	3.335	0	0	0	0
4.38-6.41	1	5.395	1	1	1	1
6.42-8.45	8	7.435	2	16	4	32
8.46-10.49	3	9.475	3	9	9	27
10.50-12.53	4	11.515	4	16	16	64
				39		127

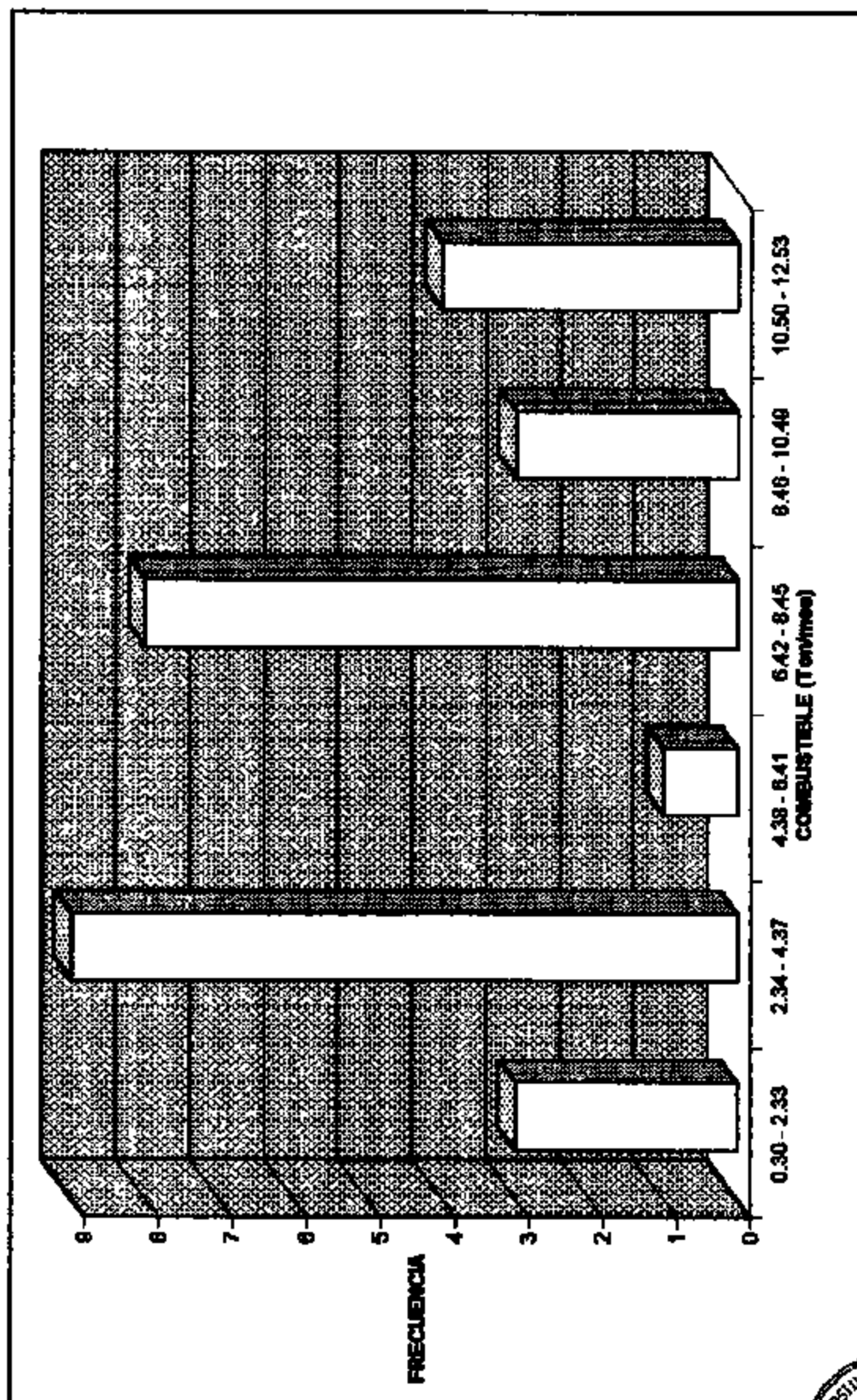
La media nos muestra la cantidad de combustible que se utiliza por mes, para este caso $x = 6.20$ Ton/mes, teniendo presente el valor de la desviación vemos como los valores presentan una gran dispersión, debido a la variedad de tamaños de hornos presentes en la zona, requiriéndose más o menos combustible de acuerdo con el tamaño de dichos hornos.

Ver figura 11.

Fuentes de materia prima.

El lugar del cual se trae más carbón es Tunja con 57%, seguido por Topaga, Lenguaque y Sámaca con porcentajes de 21, 14 y 8% respectivamente. El carbón que se produce en la zona carbonífera del municipio de Ráquira no es utilizado como combustible para los hornos, por que no presenta las mejores condiciones para dicha actividad.

**FIGURA 11. HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS
COMBUSTIBLE UTILIZADO**



Unidades de cerámica.

Con el número de unidades de cada encuesta se obtuvo la cantidad de arcilla utilizado durante un mes, por lo cual se tomaron los rangos (clases) en relación con el peso (promedio unidades), los cálculos realizados para la tabulación se muestran a continuación:

$$\text{Número de intervalos} = 1 + 3.3 \log N$$

$$\text{Número de intervalos} = 1 + 3.3 \log 28$$

$$\text{Número de intervalos} = 5.77$$

$$\text{Rango} = \text{valor mayor} - \text{valor menor}$$

$$\text{Rango} = 70 - 0.5$$

$$\text{Rango} = 69.5$$

$$\text{Intervalo (C)} = (\text{Rango}/\text{Número de intervalos})$$

$$C = (69.5/5.77)$$

$$C = 12.0$$

$$\text{Punto de trabajo A} = 6.25$$

$$\text{Media (x)} = A + ((\Sigma FU/N) * C)$$

$$\text{Media (x)} = 6.25 + (13/28) * 12$$

$$\text{Media (x)} = 11.8$$

$$\text{Desviación} = C * ((\sum FU^2/N) - (\sum FU/N)^2/N)^{0.5}$$

$$\text{Desviación} = 12 * ((37/28) - (13/28)^2)^{0.5}$$

$$\text{Desviación} = 12.62$$

Tabla 18. Cantidad de arcilla

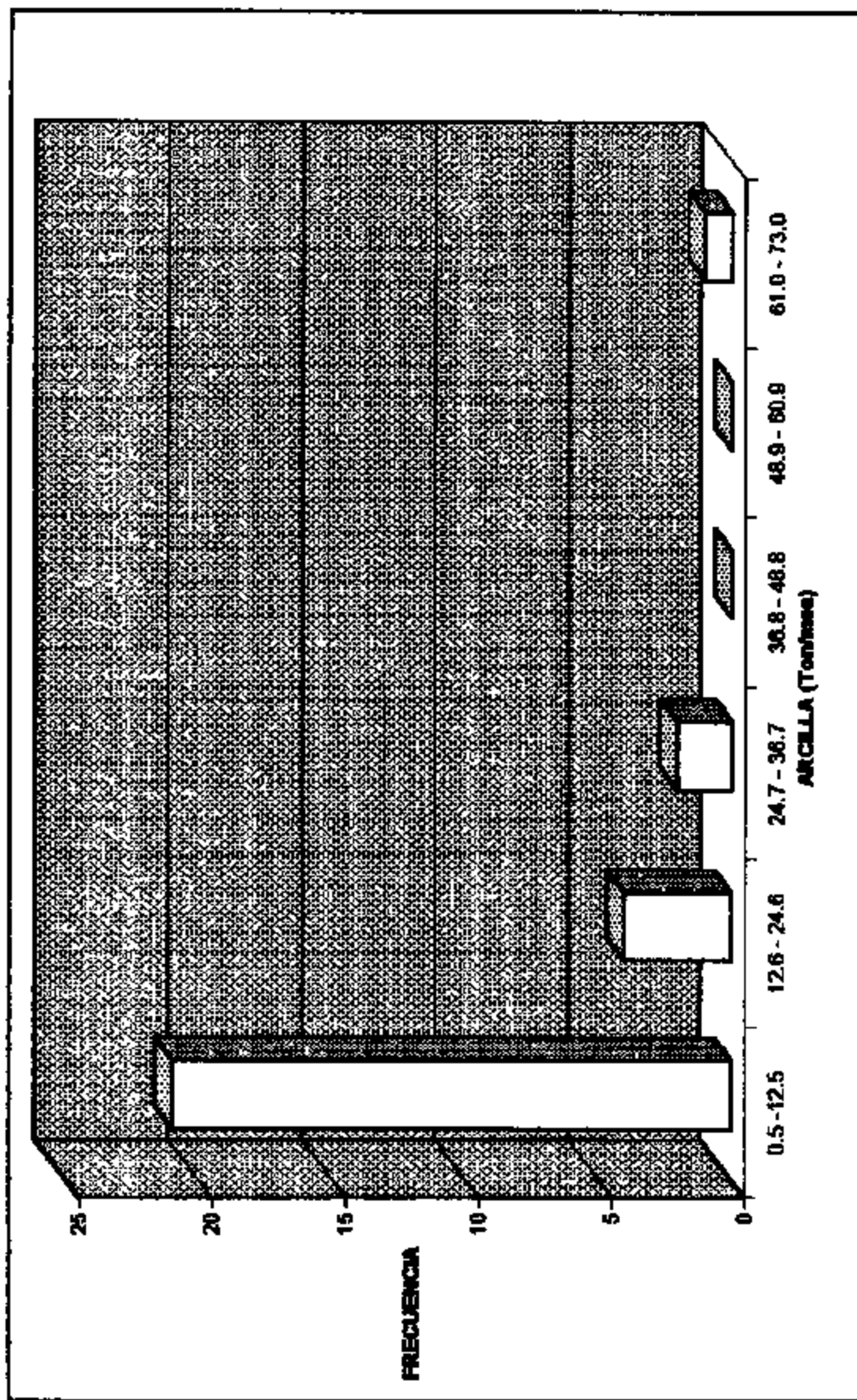
CLASE CANTIDAD (Ton/mes)	F	M	U	FU	U ²	FU ²
0.5-12.5	21	6.25	0	0	0	0
12.6-24.6	4	18.6	1	4	1	4
24.7-36.7	2	30.7	2	4	4	8
36.8-48.8	0	42.8	3	0	9	0
48.9-60.9	0	54.9	4	0	16	0
61.0-73.0	1	67.0	5	5	25	25
				13		37

La media de 11.8 Ton/mes, nos indica la cantidad de arcilla promedio mensual, valor que se va a utilizar para los cálculos de factores de emisión. Ver figura 12.

Los dos siguientes ítems de generación de residuos sólidos y líquidos no se tabularon como los anteriores debido a que los datos aquí obtenidos servían más para informarnos del manejo que se estaba dando a los residuos.

De donde se pudo deducir que aquellos residuos (materas, vasijas, chorotes, etc.) que presentan defectos en su estructura, ya no servían como materia prima debido a que en el proceso de cocción la arcilla perdía muchas de sus características iniciales quedando relegados a desechos y descargados en los alrededores de las casas, sobre las vías, al igual

**FIGURA 12. HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS
CANTIDAD DE ARCILLA**



que la escoria proveniente de la quema del carbón. En cuanto a la generación de residuos líquidos se pudo estimar que estos no presentan gran inconveniente debido a que el consumo de agua muy bajo en el proceso de molido de la arcilla y el consumo en las cunas con talleres es normal, descargando el efluente a la tubería del alcantarillado.

5.5. ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AIRE

La industria y otros tipos de actividades descargan continuamente en la atmósfera muchos residuos en tal cantidad y con tal rapidez, que la misma atmósfera no es capaz de remover y dispersar por completo dichos contaminantes. Por lo anterior se hace necesario preservar la calidad del aire la cual debe mantener bajo estado de control las emisiones atmosféricas de tal forma que no afecte la salud humana y el medio ambiente, a fin de mejorar la calidad de vida de la población y procurar su bienestar bajo el principio de desarrollo humano sostenible.

5.5.1. Factores de emisión

Un factor de emisión es un valor que multiplicado por ciertas características del proceso da como resultado, la cuantificación de los diferentes contaminantes arrojados al aire.

En la manufactura de productos de arcilla la principal emisión es la de partículas, producidas durante el secado, molido, almacenado y horneado. También encontramos gases (óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno) y partículas producidos durante la combustión del carbón para generar calor en el proceso de secado.

Los factores de emisión dependen de la cantidad de material procesado, el tipo de secado, la temperatura del horno, la velocidad de los gases y la dirección del flujo de aire en el horno.

Los factores de emisión para la elaboración de productos cerámicos fueron obtenidos de (Compilation of air pollution emission factors, EPA 1995).

Como se muestra en el Anexo I.

En el anexo J encontramos las tablas de Factores de Emisión para la arcilla y carbón.

En la tabla 11.7.1 encontramos los valores de factores de emisión para la arcilla, para este caso se consulta el método incontrolado (uncontrolled) debido a que las arcillas son incorporadas al proceso sin un requerimiento técnico. Los valores de secado, molido y almacenado, están dados en Kg/Mg (kilogramo / Tonelada).

En la tabla 1.1 -2 encontramos los factores de emisión del carbón con respecto a los óxidos (NOx y SOx) dados en Kg/Mg. La tabla 1.1-4 encontramos los factores de emisión para material particulado producido en el proceso de combustión del carbón. El CO no se tuvo en cuenta por ser una cantidad no relevante.

En estas tablas se encuentran valores de métodos con mayor grado de desarrollo tecnológico por lo que el mayor valor encontrado aquí será más favorable que el proceso de combustión de los hornos estudiados.

Estos datos al no tener ningún tipo de control, por lo que se procedió a tomar el dato más alto para crear las condiciones de mayor contaminación.

Los factores de emisión sirven, para determinar la cantidad de partículas y gases en Kg. de contaminante/Ton de combustible consumido, contaminantes emitidos a la atmósfera por arcillas y carbón, para este caso.

5.6. MODELO DE DISPERSIÓN DE LOS CONTAMINANTES

El modelo de dispersión de los contaminantes, es un conjunto de ecuaciones matemáticas en donde se relaciona la emisión del contaminante con las concentraciones resultantes.

Este modelo de predicción se desarrolla con el fin de proyectar la calidad del aire, teniendo en cuenta la pluma, la altura efectiva de la pluma, la tasa de emisión, velocidad del viento, la estabilidad atmosférica, distancia y distribución normal de los contaminantes.

De acuerdo con estos resultados se podrán desarrollar programas de control y planeación según los impactos y/o efectos que se puedan generar.

5.6.1. Material particulado producido a partir de la arcilla

A partir de los factores de emisión se obtuvo la cantidad de contaminantes que se pueden producir en un segundo (gr/seg).

Para determinar la producción del material particulado se calcula el factor de emisión y la cantidad de arcilla consumida durante un mes, con la cual se obtuvo:(los datos de la

cantidad de arcilla, carbón y el tiempo de operación de los hornos durante el proceso, fueron citados en el análisis de las encuestas).

Secado

FE = Factor de emisión (Kg./Ton)

Q = Rata de emisión (gr/Seg)

$$FE = 35 \text{ kg partículas/Ton arcilla}$$

Si hay 11.8 Ton arc/mes y el horno trabaja 170100 seg en cada hornado:

$$Q = 35 \text{ kg/Ton-arc} * 11.8 \text{ Ton-arc/mes} * 1000 \text{ gr/1 kg} * 1 \text{ mes}/170100 \text{ seg}$$

$$Q = 2.43 \text{ gr partículas}$$

Molido

FE = 38 Kg. part/Ton arc

$$Q = 38 \text{ Kg./Ton-arc} * 11.8 \text{ Ton-arc/mes} * 1000 \text{ gr/1 Kg.} * 1 \text{ mes}/170100 \text{ seg}$$

$$Q = 2.64 \text{ gr part/seg}$$

Almacenado

FE = 17 Kg. part/Ton arc

$$Q = 17 \text{ Kg part/Ton-arc} * 11.8 \text{ Ton-arc/mes} * 1000 \text{ gr/1 Kg} * 1 \text{ mes}/170100 \text{ seg}$$

$$Q = 1.18 \text{ gr part/seg}$$

Los valores aquí obtenidos no harán parte del modelo de dispersión ya que los factores de emisión son muy altos indicando niveles de concentración muy elevados. Tal información

se pudo verificar al desarrollar por completo el modelo y por que con este método (incontrolado) no aplica para partículas de envilla.

5.6.3. Material particulado y gases producidos por el carbón

Combustión

Para ácidos de azufre (SO_x)

$$FE = 19 S \text{ (kg de } SO_x \text{ / Ton de carbón)}$$

Donde:

Si porcentaje de azufre (1.12%)³

$$E = 19 * 1.12 \text{ Kg } SO_x \text{ / Ton carbón}$$

$$E = 21.28 \text{ Kg } SO_x \text{ / Ton carbón}$$

Si hay 6.2 Ton carbón/mes, y el horno trabajo 170100 seg en cada hornado:

$$Q = 21.28 \text{ Kg-} SO_x \text{ / Ton-car} * 6.2 \text{ Ton-car/mes} * 1000 \text{ gr/1 Kg} * 1 \text{ mes/170100 seg}$$

$$Q = 0.77 \text{ gr /seg}$$

Para ácidos de Nitrógeno (NO_x)

$$FE = 17 \text{ Kg. de } NO_x \text{ / Ton de carbón}$$

$$Q = 17 \text{ Kg-} NO_x \text{ / Ton-car} * 6.2 \text{ Ton-car/mes} * 1000 \text{ gr/1 Kg} * 1 \text{ mes/170100 seg}$$

$$Q = 0.62 \text{ gr } NO_x \text{ /seg}$$

Para partículas

$$FE = 5A \text{ (Kg. de partículas / Ton de carbón)}$$

Donde:

A = Porcentaje de partículas (7.67%)⁴

$$FE = (5 * 7.67) \text{ kg part / Ton car}$$

$$FE = 38.35 \text{ kg part / Ton car}$$

$$Q = 38.35 \text{ Kg-part / Ton-car} * 6.2 \text{ Ton-car/mes} * 1000 \text{ gr/1 Kg} * 1 \text{ mes/170100 seg}$$

³ Informe sobre la Cuenca Huilera. Ministerio de Minas y Petróleos, Turja-Paipa-Duitama-Bogotá, 1966.

⁴ Informe sobre la Cuenca Huilera, Ministerio de Minas y Petróleos, Turja-Paipa-Duitama-Bogotá, 1966.

$$Q = 1.40 \text{ gr part/seg}$$

3.6.3. Cálculo de la altura efectiva de la chimenea

“La mayoría de los métodos analíticos para pronosticar las concentraciones de los efluentes de las chimeneas implican la localización de un origen virtual o equivalente, como se muestra en la figura 13. La elevación H del origen virtual se obtiene añadiendo un término Δh , la altura de la pluma, a la altura actual, H_0 , de la chimenea.

Básicamente, tres conjuntos de parámetros controlan el fenómeno de una pluma gaseosa inyectado a la atmósfera desde una chimenea son: las características de la chimenea, las condiciones meteorológicas, y las naturales físicas y químicas del efluente”⁷

Para el cálculo de la altura efectiva de la chimenea se recurrió a los siguientes parámetros:

δ : Poder calorífico (7220 Kcal/kg)

V_0 : Velocidad de salida del gas (0.066 m/seg)⁸

Además que se utilizaron los tres métodos a continuación mencionados para estimar cual de ellos se ajusta mejor a nuestras condiciones:

⁷ WARK, Kenneth; WARNER, Cecil F, Contaminación del aire, México: Editorial Limusa, 1996, P. 165.

⁸ Estos valores se obtuvieron del muestreo realizado por Artesanías de Colombia en convenio con CARBOCOL y COLCIENCIAS para optimizar el proceso de cocción de las artesanías.

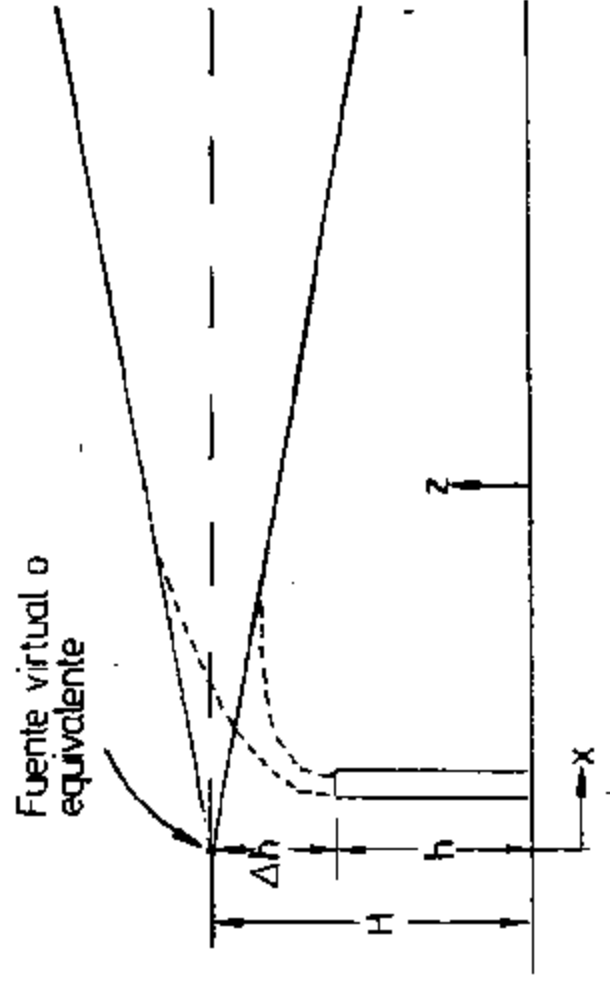


Figura 13. Modelo de dispersión con la fuente virtual a una altura efectiva, H , de la chimenea

Primer método (CARSON - MOSES)

$$\Delta h = -0.029 V_r d/\mu + 2.62 ((Qh)^{0.5})/\mu$$

Donde:

Δh : Elevación de la pluma (m)

V_r : Velocidad de salida del gas de la chimenea (m/seg)

d : Diámetro de la salida de la chimenea (m)

μ : Velocidad del viento a la altura de la chimenea.

Qh : Tasa de emisión de calor (Kg./seg)

$$Qh = 7200 \text{ Kcal/Kg.} * 6.2 \text{ Ton-car}/170100 \text{ seg} * 1 \text{ Kg}/0.23885 \text{ Kcal} * 1000 \text{ Kg}/1 \text{ Ton}$$

$$Qh = 1101.79 \text{ Kg./seg}$$

Entonces:

$$\Delta h = 0.029 ((0.066 * 0.6)/3.29) + ((2.62 * ((1101.79)^{0.5})/3.29))$$

$$\Delta h = 26.43 \text{ m}$$

Segundo método (HOLLAND)

$$\Delta h = (V_r d/\mu) * (1.5 + (0.0096 * (Qh/V_r d)))$$

$$\Delta h = (0.066 * 0.6/3.29) * (1.5 + (0.0096 * (1101.79/0.066 * 0.6)))$$

$$\Delta h = 3.23 \text{ m}$$

Tercer método (CONCAWE)

$$\Delta h = 4.71 * (Qh^{0.44}/\mu^{0.694})$$

$$\Delta h = 4.71 * (1101.79^{0.44}/3.29^{0.694})$$

$$\Delta h = 46.21 \text{ m}$$

Las ecuaciones anteriores pronostican la elevación efectiva de la pluma sobre la parte superior de una chimenea a cierta distancia en la dirección del viento donde la pluma ha alcanzado su altura máxima.

De acuerdo con los resultados obtenidos se escogió el método de CARSON – MOSES ya que este relacionaba un mayor número de variables, además por ser el valor medio entre los métodos. Ver tabla 19.

Los métodos han mostrado considerable ambigüedad. Por tanto, la mayor parte de los modelos han sido necesariamente basados en la altura efectiva total.

♦ Altura efectiva total

$$H = h + \Delta h$$

Donde:

h : Altura promedio de la chimenea tomada in situ (m)

Δh : Altura efectiva menos la altura promedio de descarga (m)

$$H = 10.6 + 26.43$$

$$H = 37.03 \text{ m}$$

“Cuando se estima la dispersión gaseosa de una fuente dada, se elegirá usualmente la clase de estabilidad típica de la región que conduzca al peor episodio de contaminación posible (siendo la clase A la más inestable)”⁹. Para nuestro caso se eligió la estabilidad B debido a que las condiciones climatológicas presentes en la zona indicaban radiación solar estrato moderada y el promedio de velocidad se encontraba entre un rango de 2.5 m/seg. (D:B: TURNER. Workbook of atmospheric dispersion estimates. Washington, D.C. HEW, 1969).

⁹ WARE, Kenneth; WARNER, Cecil F, Contaminación del aire, México: Editorial Limusa, 1996.

Tabla 19. CONCENTRACIONES MAXIMAS

DIRECCIÓN DE DISPERSIÓN	ESTABILIDAD	VELOCIDAD (m/seg)	ALTURA H (m)	SIGMA (m)		DISTANCIA (m)	SO _x ug/m ³	NO _x ug/m ³	PARTÍCULAS ug/m ³
				Z	Y				
N	B	3.29	37.03	26.18	45.90	262.00	22.78	18.35	41.43
NE	B	3.41	36.10	25.52	44.30	250.00	23.62	18.82	42.49
E	B	2.88	41.01	28.98	50.80	290.00	21.47	17.21	38.81
SE	B	281,00	41.55	29.38	50.80	290.00	21.57	17.38	39.21
S	B	273,00	42.45	30.01	52.20	300.00	21.06	18.96	38.30
SW	B	257,00	44.43	31.41	53.80	310.00	20.74	18.70	37.72
W	B	297,00	39.88	28.19	49.00	280.00	21.98	17.68	40.76
NW	B	325,00	37.36	26.41	46.24	260.00	22.70	18.28	41.27

La desviación normal, σ_z , en la dirección vertical tiene un importante significado físico en la dispersión atmosférica de los contaminantes.

Luego:

Para una estabilidad B:

$$\sigma_z = 0.707 (H)$$

$$\sigma_z = 0.707 (37.03)$$

$$\sigma_z = 26.18 \text{ m}$$

Ya conocido este dato y el tipo de estabilidad se lleva esta información y se lee en la Tabla 2.52 (Workbook of Atmospheric Dispersion Estimates) los siguientes datos que no indican:

x : Distancias en la dirección del viento (Punto estimado de concentración máxima) (m).

$$x = 262 \text{ m}$$

σ_y : Dispersión normal en la dirección del viento cruzado (m).

$$\sigma_y = 45.9 \text{ m}$$

Ver tabla 19. Estos datos de desviación normal sigma y y sigma z serán utilizados posteriormente en el cálculo de la concentración máxima, para formar parte de la tabla 19 de concentraciones máximas, teniendo presente la distancia de dispersión.

5.6.4. Cálculo de la concentración máxima en línea a nivel del suelo

El efecto de la reflexión del suelo es el de aumentar las concentraciones a nivel del suelo de los contaminantes gaseosos, según aumenta x , hasta un punto muy por encima del nivel que podría esperarse la reflexión. No obstante, tal aumento en el valor de concentración en la

dirección x no puede continuar indefinidamente. Finalmente, la difusión hacia fuera (viento cruzado) en la dirección y y hacia arriba en la dirección z , disminuirá la concentración a nivel del suelo ($z = 0$) y a lo largo de la línea central ($y = 0$). Por tanto la concentración tiene un punto máximo antes de caer hacia cero a grandes valores de x .

La concentración máxima en la dirección del viento sobre la línea central y a nivel del suelo, estará dada entonces por:

$$C_{\text{max, reflex}} = (0.1171Q/\mu \sigma_y \sigma_z)$$

Para óxidos de azufre

$$C_{\text{max, reflex}} (\text{SO}_2) = (0.1171 * 0.77 * 10^6)/(3.29 * 26.18 * 45.9)$$

$$C_{\text{max, reflex}} (\text{SO}_2) = 22.79 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ en dirección norte (N)}$$

Para óxidos de nitrógeno

$$C_{\text{max, reflex}} (\text{NO}_x) = (0.1171 * 0.62 * 10^6)/(3.29 * 26.18 * 45.9)$$

$$C_{\text{max, reflex}} (\text{NO}_x) = 18.35 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ en dirección norte (N)}.$$

De esta forma se continúan calculando las concentraciones máximas en las ocho direcciones como se ve en la tabla 19 NO_x , SO_2 y partículas de carbón, teniendo en cuenta que estas variables (Q , μ , σ_y , σ_z) estarán sujetas a cambios efectuados en la ecuación de CARSON – MOSES, de acuerdo con la altura efectiva total y tipo de estabilidad.

Otra razón por la cual no se continuó trabajando con el método de HOLLAND y CONCAWE fue debido a que la concentración máxima en línea es baja y a una mayor distancia respecto a la anteriormente calculado.

Después de calcular las concentraciones máximas se procede a calcular la distancia a la cual la concentración es de $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ ya que este valor se toma como límite inferior, y base para graficar las isopletras en el mapa básico (topográfico); teniendo en cuenta la altura efectiva total, tipo de estabilidad y velocidad del viento de dispersión, para cada contaminante:

$$C(x,0,0) = (Q / \pi u \sigma_y \sigma_z) \text{EXP} (-(H^2/2\sigma_z^2))$$

Donde:

- C : Concentración gaseosa ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- Q : Rata de emisión (gr/seg)
- π : Número Pi
- u : Velocidad del viento a la altura de la chimenea (m/seg)
- σ_y : Desviación normal en la dirección normal del viento cruzado
- σ_z : Desviación normal en la dirección vertical
- H : Altura efectiva total (m)

Los valores de concentración máxima y de concentración de $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ sirven de base para calcular los valores necesarios para graficar, ya que la [] de $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ será el límite inferior y la concentración máxima será el límite intermedio con respecto a la distancia ya que a

partir de este punto encontramos valores menores de concentración, como se muestra en las Tablas 20, 21 y 22.

Posteriormente se toman las concentraciones máximas las cuales se organizan de forma descendente con el fin de delimitar la zona de dispersión de los contaminantes en las ocho direcciones presentes (Ver tablas 23,24 y 25). Siendo esta la zona donde se generan conflictos con los demás componentes ambientales que intervienen en el ordenamiento.

Como resultado se obtuvieron mas líneas de concentraciones alrededor de un punto (horno), como se observa en las figuras 14, 15 y 16. Tales curvas presentan una tendencia definida tanto en la distancia, la dirección y la concentración, indicando que en las direcciones NW, N y NE es la zona donde se presenta la mayor concentración de los contaminantes al igual que se encuentran a menor distancia del punto de descarga (horno). La producción de gases se estimaron para un período de 24 horas emitidos por 8 hornos que trabajan continuamente como se muestra a continuación;

$$109 \text{ hornos} * 1.75 \text{ hornadas/mes} = 191 \text{ hornos. hornadas/mes}$$

$$(191 \text{ hornos. hornadas/mes}) / (26.66 \text{ hornadas / mes}) = 7.16 \text{ hornos} \approx 8 \text{ hornos}$$

Tomando como base el anterior cálculo se corrió en cada uno de los 8 hornos las isopletras de concentraciones (área de dispersión de los contaminantes) obtenidas en el cálculo de la concentración máxima a nivel del suelo tales concentraciones se grafican independientemente para cada contaminante, obteniendo como resultado una serie de

Tabla 20. CONCENTRACIONES PARA OXIDOS DE AZUFRE (SOx)

N				
ESTABILIDAD	COORDENADA (m)		DISTANCIA x(m)	[] ug/m³
	z	y		
B	10.80	19.80	182.00	1.00
	13.08	23.58	125.00	5.00
	14.98	28.98	145.00	10.00
	28.18	46.80	282.00	22.79
	68.28	108.15	688.89	10.80
	105.87	150.37	978.00	5.80
	280.00	311.00	2200.00	1.88
NE				
B	11.14	28.18	185.00	1.00
	14.00	28.00	135.00	5.00
	15.83	28.87	158.00	10.00
	25.52	44.30	250.00	23.82
	62.40	97.50	600.00	10.00
	97.40	140.00	900.00	5.00
	247.00	298.00	2108.00	1.00
E				
B	12.00	21.88	114.00	1.88
	14.98	27.01	145.00	5.88
	17.50	31.38	172.00	10.88
	28.99	50.80	290.00	21.47
	67.82	104.34	650.00	10.80
	105.87	150.35	870.00	5.88
	288.00	311.00	2280.00	1.88
SE				
B	12.21	22.03	118.00	1.88
	15.21	27.40	147.00	5.88
	17.78	31.91	174.00	10.88
	29.38	58.80	298.00	21.57
	68.28	108.15	688.00	10.88
	108.87	151.52	888.00	5.88
	273.00	324.80	2308.00	1.88

**Tabla 20. CONCENTRACIONES PARA OXIDOS DE AZUFRE (SOx)
(Continuacion ...)**

ESTABILIDAD	S			
	ORIGEN (m)		DISTANCIA x(m)	[] ug/m³
	z	y		
B	12.49	22.50	119.00	1.00
	15.57	29.92	151.00	5.00
	18.30	32.90	189.00	10.00
	30.01	62.20	309.00	21.86
	71.98	109.58	689.00	10.00
	109.00	154.00	1000.00	5.00
	273.00	324.00	2380.00	1.00
SVV				
B	13.08	23.59	125.00	1.00
	16.40	29.50	160.00	5.00
	19.30	34.50	199.00	10.00
	31.41	53.80	319.00	20.74
	71.97	109.97	699.00	10.00
	112.07	167.68	1029.00	5.00
	288.00	336.00	2400.00	1.00
VV				
B	11.60	21.00	110.00	1.00
	14.50	26.20	140.00	5.00
	18.90	39.14	184.00	10.00
	28.41	49.00	280.00	21.00
	69.78	103.27	640.00	10.00
	103.00	147.00	960.00	5.00
	200.00	311.00	2200.00	1.00
NVV				
B	10.80	19.60	102.00	1.00
	13.08	23.68	125.00	5.00
	14.98	26.88	145.00	10.00
	29.41	49.24	269.00	22.70
	69.28	108.15	669.00	10.00
	105.87	150.37	970.00	5.00
	209.00	311.00	2260.00	1.00

Tabla 21. CONCENTRACIONES PARA OXIDOS DE NITROGENO (NOx)

N				
ESTABILIDAD	SIGMA (m)		DISTANCIA x(m)	[] ug/m³
	z	y		
B	11.28	20.27	108.00	1.00
	14.00	28.80	135.00	5.00
	18.88	30.30	184.00	10.00
	28.18	45.00	282.00	18.35
	51.00	83.50	510.00	10.00
	85.00	128.00	800.00	5.00
	221.00	273.00	1900.00	1.00
NE				
B	11.14	20.10	108.00	1.00
	14.30	27.40	137.00	5.00
	17.40	31.20	170.00	10.00
	25.52	44.30	250.00	18.82
	51.10	82.80	500.00	10.00
	85.00	128.00	800.00	5.00
	215.00	287.00	1850.00	1.00
E				
B	12.21	22.50	110.00	1.00
	15.82	28.11	151.00	5.00
	18.85	33.83	184.00	10.00
	28.49	50.00	290.00	17.21
	58.43	92.42	560.00	10.00
	91.50	133.00	850.00	5.00
	234.00	288.00	2000.00	1.00
SE				
B	12.48	22.00	110.00	1.00
	15.82	28.11	151.00	5.00
	18.75	33.83	184.00	10.00
	29.38	50.00	290.00	17.38
	58.83	93.00	570.00	10.00
	93.88	135.80	870.00	5.00
	234.00	288.00	2000.00	1.00

**Tabla 21. CONCENTRACIONES PARA OXIDOS DE NITROGENO (NOx)
(Continuacion...)**

S				
ESTABILIDAD	SIGMA (m)		DISTANCIA x(m)	[] Lug/m ²
	z	y		
B	12.84	23.58	124.88	1.08
	16.55	28.78	161.00	5.00
	18.56	34.98	193.00	10.00
	30.81	52.20	300.00	18.98
	82.40	97.50	530.00	10.00
	95.38	137.58	880.00	5.00
	247.00	298.80	2100.80	1.00
SW				
B	13.80	24.80	131.00	1.00
	17.04	30.87	167.00	5.00
	20.88	37.00	205.80	10.00
	31.41	53.80	310.00	18.78
	81.44	98.27	580.80	10.00
	97.48	140.00	900.80	5.00
	247.00	298.00	2100.80	1.00
W				
B	11.80	21.58	113.80	1.00
	14.88	26.88	145.80	5.00
	18.13	32.58	178.00	10.00
	28.41	48.00	280.00	17.88
	57.78	81.47	580.00	10.00
	91.50	133.08	850.00	5.00
	227.80	278.08	1850.00	1.00
NW				
B	11.20	20.27	108.00	1.00
	14.00	28.80	135.00	5.00
	18.88	30.30	184.00	10.00
	28.41	48.24	280.00	18.28
	51.80	83.58	510.00	10.00
	85.80	128.80	800.00	5.00
	221.80	273.00	1800.00	1.00

Tabla 22. CONCENTRACIONES PARA PARTICULAS DE CARBON

N				
ESTABILIDAD	SIGMA (m)		DISTANCIA x(m)	[] ug/m³
	z	y		
B	10.23	18.93	66.00	1.00
	13.73	24.30	133.00	10.00
	15.93	28.87	155.00	20.00
	28.18	45.90	282.00	41.43
	66.20	94.00	570.00	20.00
	91.58	133.00	850.00	10.00
	3.51	397.00	2900.00	1.00
NE				
B	9.51	17.30	66.00	1.00
	13.58	24.30	130.00	10.00
	15.50	27.90	150.00	20.00
	25.52	44.30	250.00	42.48
	62.20	97.30	500.00	20.00
	91.58	133.00	850.00	10.00
	338.00	385.00	2800.00	1.00
E				
B	11.58	20.98	107.00	1.00
	15.24	27.48	147.00	10.00
	18.01	32.38	177.00	20.00
	28.89	50.80	290.00	38.81
	83.84	99.40	610.00	20.00
	109.08	143.35	820.00	10.00
	378.00	421.00	3100.00	1.00
SE				
B	11.58	20.98	107.00	1.00
	16.50	27.99	150.00	10.00
	18.30	32.99	180.00	20.00
	29.36	50.89	290.00	38.21
	82.40	97.50	600.00	20.00
	109.82	144.27	830.00	10.00
	378.00	221.00	3100.00	1.00

Tabla 22. CONCENTRACIONES PARA PARTICULAS DE CARBON
(Continuacion ...)

S				
ESTABILIDAD	SIGMA (m)		DISTANCIA x(m)	[] ug/m ³
	z	y		
B	11.80	21.30	112.00	1.00
	15.93	28.97	155.00	10.00
	18.94	33.92	188.00	20.00
	30.01	52.20	308.00	38.30
	63.08	99.58	618.00	20.00
	98.87	142.84	928.00	10.00
	378.00	421.00	3108.00	1.00
SW				
B	12.41	22.33	118.00	1.00
	16.56	29.97	163.00	10.00
	19.63	35.80	196.00	20.00
	31.41	53.80	310.00	37.72
	58.79	91.39	580.00	20.00
	105.77	158.24	970.00	10.00
	392.00	433.00	3290.00	1.00
W				
B	11.00	19.80	104.00	1.00
	14.77	25.86	143.00	10.00
	43.20	31.20	178.00	20.00
	48.00	49.80	288.00	40.78
	62.40	97.50	608.00	20.00
	97.48	140.00	908.00	10.00
	385.00	409.00	3008.00	1.00
NW				
B	10.23	18.83	98.00	1.00
	13.73	24.63	132.00	10.00
	18.38	29.49	157.00	20.00
	28.41	48.24	288.00	41.63
	62.20	97.30	288.00	20.00
	91.50	133.00	858.00	10.00
	351.00	387.00	2808.00	1.00

Tabla 23. CONCENTRACIONES MAXIMAS PARA OXIDOS DE AZUFRE (SOx)

NE	
X (m)	[] ug/sec
207.30	20.74
210.00	21.00
215.10	21.47
218.40	21.57
221.70	21.90
235.13	22.70
237.90	22.79
250.00	23.82
283.30	22.70
288.30	22.70
308.70	21.90
318.30	21.57
320.70	21.47
330.00	21.00
338.50	20.74

N	
X (m)	[] ug/sec
215.90	20.74
218.80	21.00
223.70	21.41
225.10	21.57
238.80	21.90
250.00	22.70
260.00	22.79
282.00	22.70
270.40	22.70
282.40	22.70
308.20	21.90
320.00	21.57
321.80	21.47
332.10	21.00
338.90	20.74

NW	
X (m)	[] ug/sec
217.90	20.74
221.80	21.00
227.50	21.47
229.00	21.57
235.90	21.90
260.00	22.70
270.00	22.70
308.00	21.90
30.00	21.57
321.10	21.47
325.30	21.00
328.80	20.74

W	
X (m)	[] ug/sec
242.60	20.74
248.70	21.00
258.00	21.47
280.00	21.57
280.00	21.90
290.00	21.90
314.00	21.57
320.00	21.47
334.10	21.00
344.20	20.74

SE	
X (m)	[] ug/sec
283.80	20.74
272.00	21.00
285.80	21.47
290.00	21.57
296.70	21.47
330.00	21.00
382.40	20.74

E	
X (m)	[] ug/sec
258.50	20.74
283.80	21.00
277.80	21.47
290.00	21.47
318.00	21.47
327.80	21.00
341.70	20.74

S	
X (m)	[] ug/sec
272.20	20.74
282.00	21.00
300.00	21.00
327.00	21.00
340.00	20.74

SW	
X (m)	[] ug/sec
310.00	20.74

Tabla 24. CONCENTRACIONES MAXIMAS DE OXIDOS DE NITROGENO (NOx)

NE		W	
X (m)	Ug/seg	X (m)	Ug/seg
207.40	16.70	244.70	16.70
210.30	16.06	249.10	16.06
213.90	17.21	255.80	17.21
218.10	17.36	266.80	17.36
221.00	17.06	269.00	17.06
234.40	16.28	281.70	17.06
238.10	18.35	315.70	17.36
250.00	16.52	323.90	17.21
283.10	16.35	334.20	16.06
287.50	16.28	345.20	16.70
308.40	17.06		
318.70	17.36		
322.90	17.21		
330.00	16.06		
336.30	16.70		

N		SW	
X (m)	Ug/seg	X (m)	Ug/seg
215.00	16.70	263.00	16.70
219.00	16.06	271.30	16.06
223.40	17.21	284.50	17.21
225.70	17.36	290.00	17.36
231.30	17.06	306.00	17.21
252.50	16.28	330.00	16.06
258.30	16.35	342.70	16.70
262.00	16.35		
280.00	16.35		
282.90	16.28		
308.50	17.06		
320.00	17.36		
324.70	17.21		
331.00	16.06		
339.70	16.70		

E		S	
X (m)	Ug/seg	X (m)	Ug/seg
258.30	16.70	277.00	16.70
263.00	16.06	287.50	16.06
275.00	17.21	300.00	16.06
280.00	17.21	321.70	16.06
315.50	17.21	340.00	16.70
331.00	16.06		
343.50	16.70		

NW		SW	
X (m)	Ug/seg	X (m)	Ug/seg
218.30	16.70	310.00	16.70
221.00	16.06		
226.00	17.21		
229.00	17.36		
236.40	17.06		
260.00	16.28		
270.00	16.28		
280.00	16.28		
307.00	17.06		
320.00	17.36		
325.10	17.21		
332.00	16.06		

Tabla 25. CONCENTRACIONES MAXIMAS PARA PARTICULAS DE CARBON

NE	
X (m)	Y (m)
207.50	37.72
210.00	38.30
215.50	38.81
218.30	39.21
228.50	40.78
237.30	41.43
240.00	41.83
250.00	42.49
281.30	41.83
284.80	41.43
285.70	40.78
318.30	39.21
323.50	38.81
330.00	38.30
338.40	37.72

NW	
X (m)	Y (m)
218.00	37.72
221.00	38.30
226.40	38.81
238.00	39.21
247.50	40.78
260.00	41.83
283.10	40.78
318.90	39.21
325.20	38.81
332.80	38.30
340.00	37.72

N	
X (m)	Y (m)
215.00	37.72
218.70	38.30
222.50	38.81
228.30	39.21
242.10	40.78
258.00	41.43
282.00	41.43
275.80	41.43
282.90	40.78
320.00	39.21
324.80	38.81
332.00	38.30

W	
X (m)	Y (m)
238.80	37.72
241.50	38.30
246.80	38.81
251.50	39.21
280.90	40.78
314.40	39.21
324.00	38.81
334.50	38.30
344.00	37.72

SW	
X (m)	Y (m)
283.80	37.72
272.10	38.30
280.00	38.81
290.00	39.21
312.80	38.81
330.00	38.30
344.00	37.72

E	
X (m)	Y (m)
256.20	37.72
283.40	38.30
272.40	38.81
280.00	38.81
320.00	38.81
330.80	38.30
343.10	37.72

S	
X (m)	Y (m)
275.80	37.72
288.70	38.30
300.00	38.30
317.00	38.30
340.00	37.72

SW	
X (m)	Y (m)
310.00	37.72

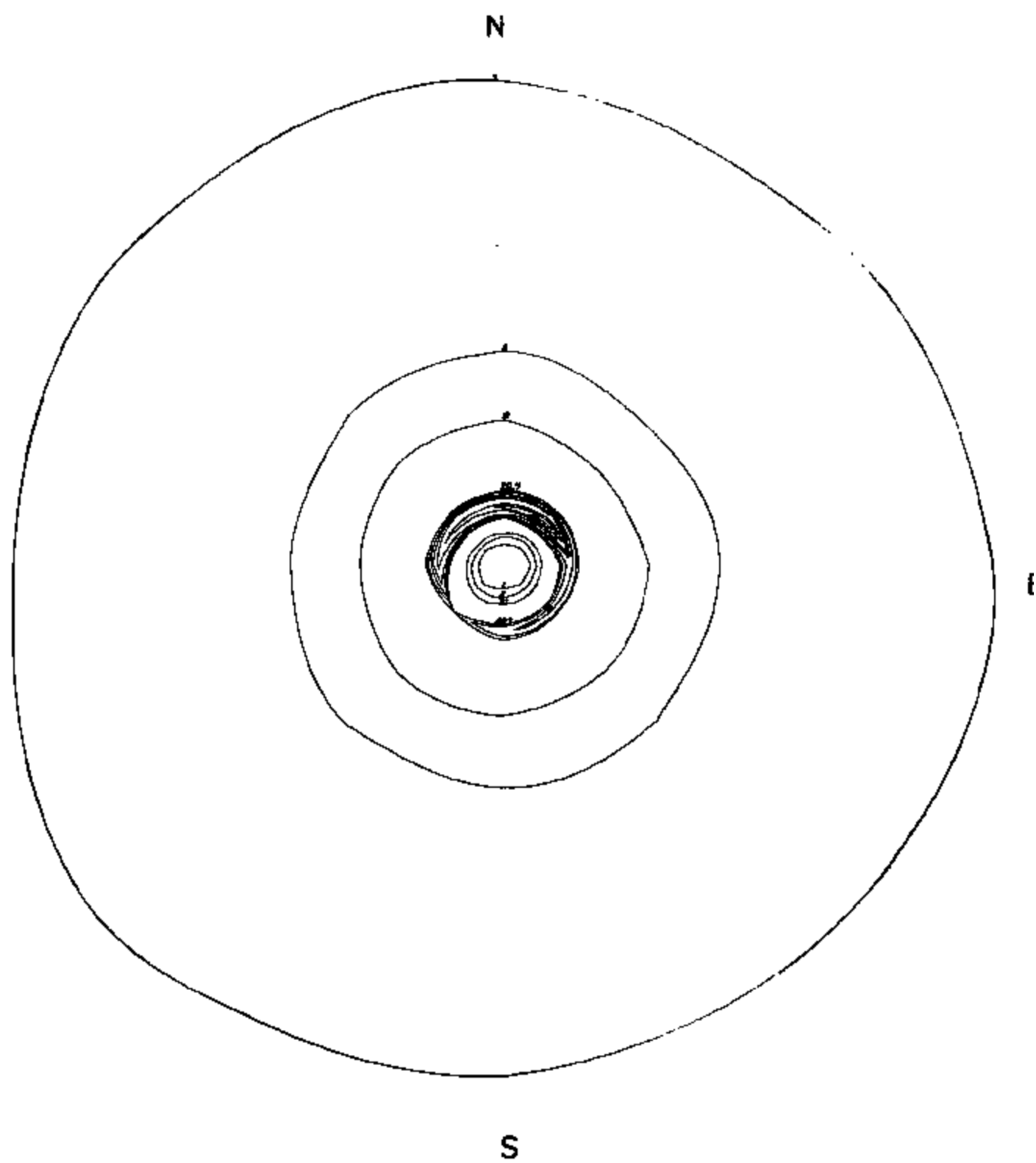


Figura 14. Isotlineas de concentración (SO_x)

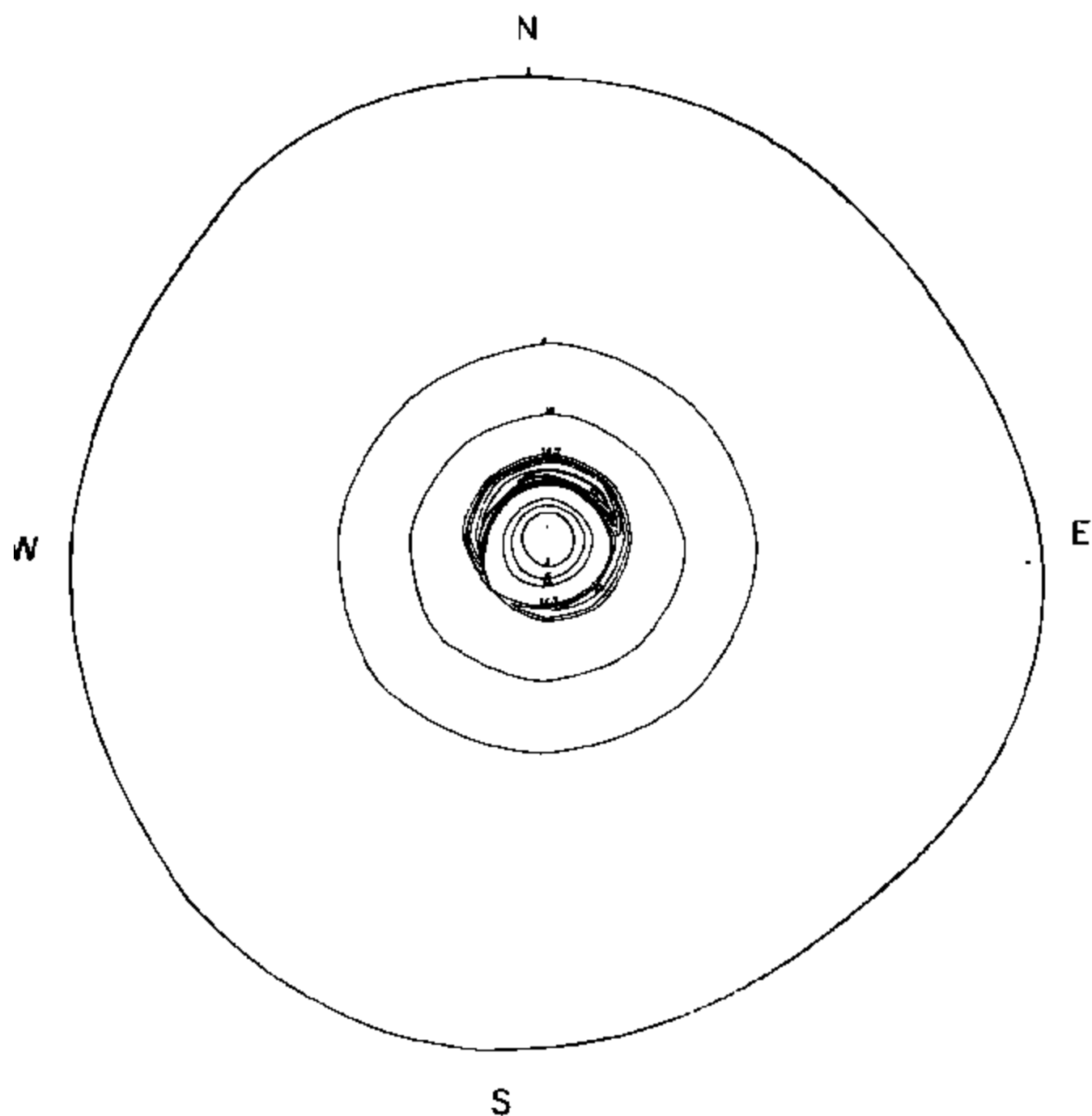


Figura 15. Isolneas de Concentracion (NO_x)



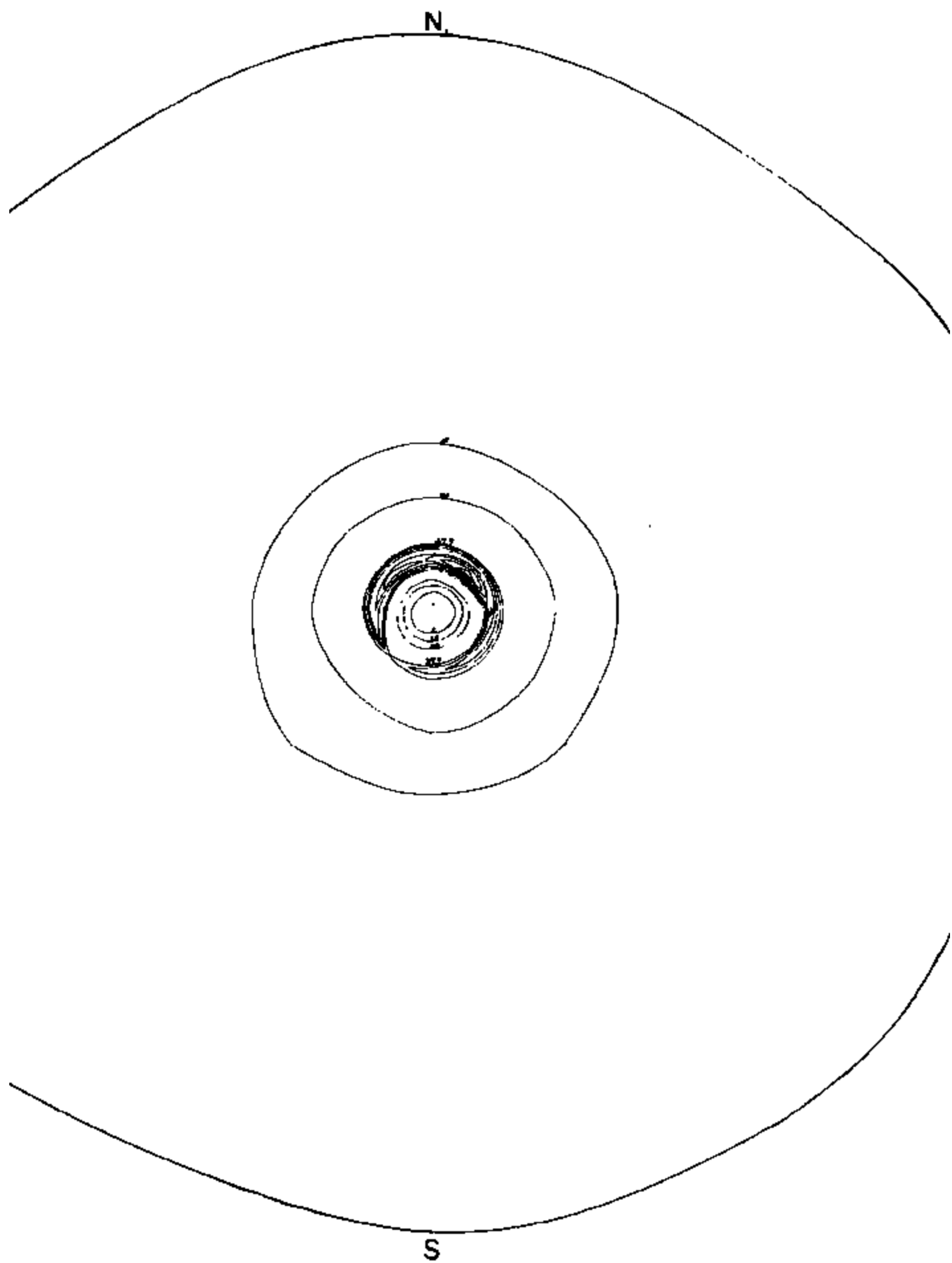


Figura 16. Isopletas de concentración (Partículas de carbón)

crucos de líneas (ver figura 17) que firman polígonos los cuales se fueron sumando para obtener la concentración total promedio (ng/m^3) (Ver figuras 18,19 y 20). En estas figuras podemos observar los rangos de concentración; el primer rango o intervalo de concentración de partículas se sumó por que en la atmósfera se presenta una concentración de fondo de $25 \text{ ng}/\text{m}^3$ emitidos por el desarrollo de actividades normales. Para los rangos de óxidos no se tuvo en cuenta ninguna concentración de fondo puesto que estos gases son generados por fuentes fijas o móviles específicas.

Finalmente, en la figura 21 se muestra el área de mayor concentración de los tres contaminantes obtenida de la superposición de las figuras 18, 19 y 20, denominada como área crítica. Cabe anotar que sobre esta área la presencia de estos contaminantes no se puede determinar como la monitoria de óxidos y partículas para comparar con la norma. Más en ella se da un efecto denominado sinérgico indicando que al haber la combinación de diferentes contaminantes el daño que puede causar es mucho mayor.

Tal modelo se corrió en la zona urbana debido a que en este punto se localiza el 90% del total de los hornos a base de carbón, a la vez que se tomaron áreas con mayor conglomeración de hornos. Ver Mapa 3

Obtenido el Mapa de Isopletas se lleva a cabo la superposición con el Mapa de Zonificación preliminar obtenido en el capítulo de sustentación natural, de la que obtendremos la PROPUESTA DE ORDENAMIENTO AMBIENTAL involucrando nuevas unidades territoriales.



FIGURA 17. FORMACION DE POLIGONOS

00005 DE AZÚFRE

DISTRIBUCION

- 8 - 25
- 25 - 50
- 50 - 75
- 75 - 100
- 100 - 125
- Mayor de 125

VALORES EN MICROGRAMO / METRO CUADRO

NOTA: SIN CONCENTRACION DE FONDO

FIGURA 18.

SIG-CAR

1106000.000

1107000.000

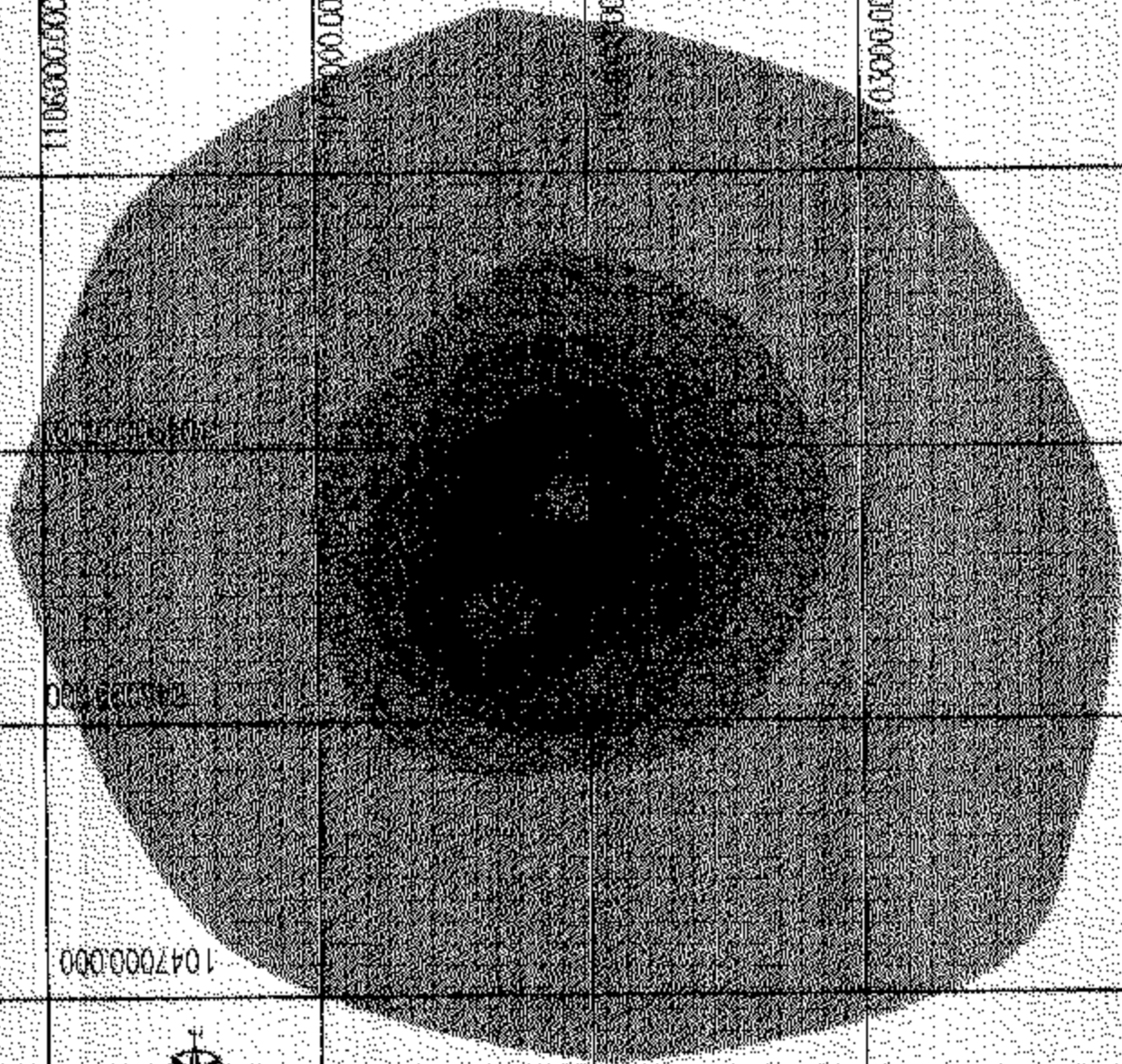
1108000.000

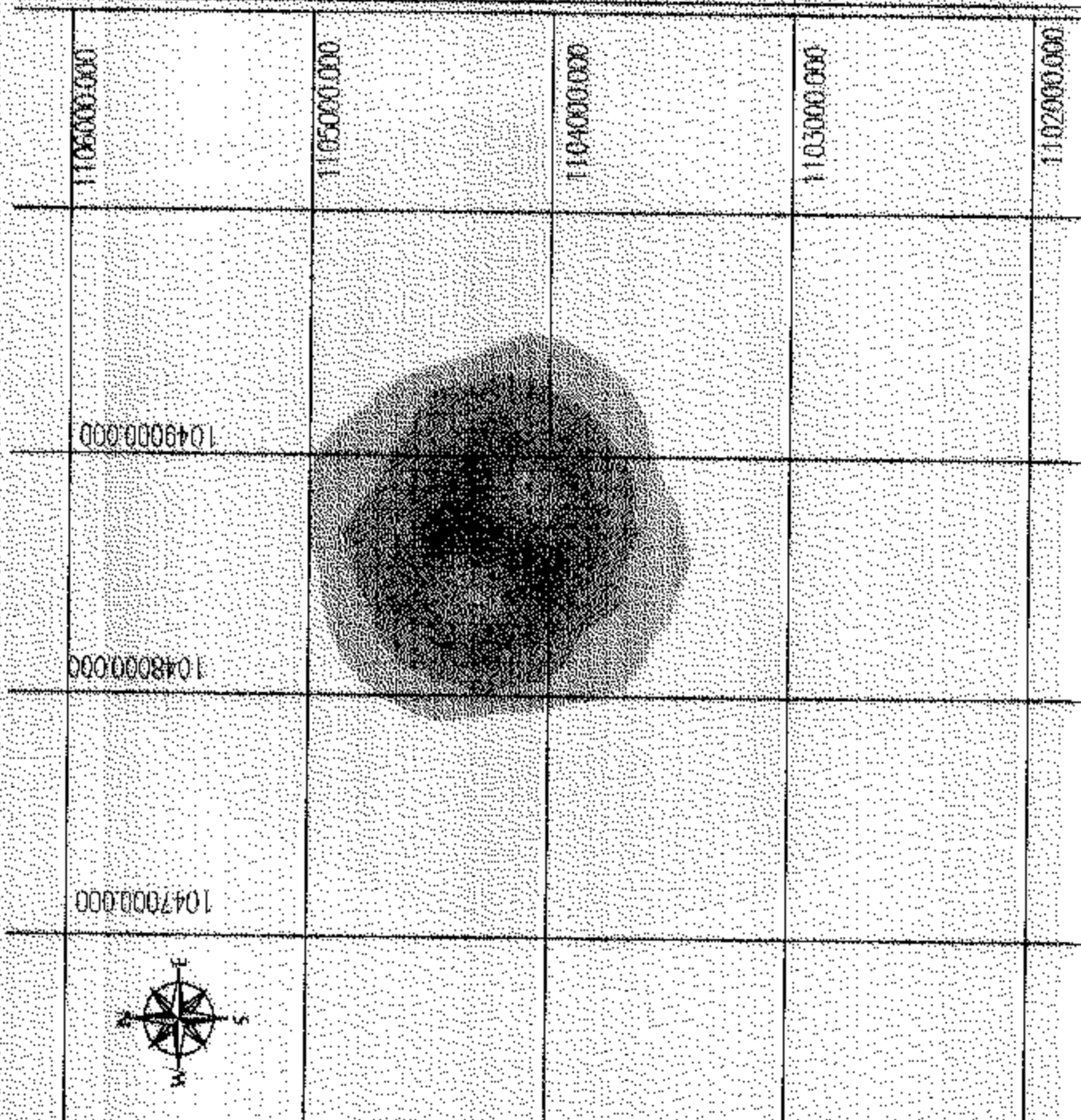
1109000.000

1110000.000

1047000.000

1048000.000





OXIDOS DE NITROGENO
DISTRIBUCION

- 0 - 25
- ▤ 25 - 50
- ▥ 50 - 75
- ▧ 75 - 100
- ▨ 100 - 125
- MAYOR DE 125

VALORES EN MICROGRAMO / METRO CUBICO

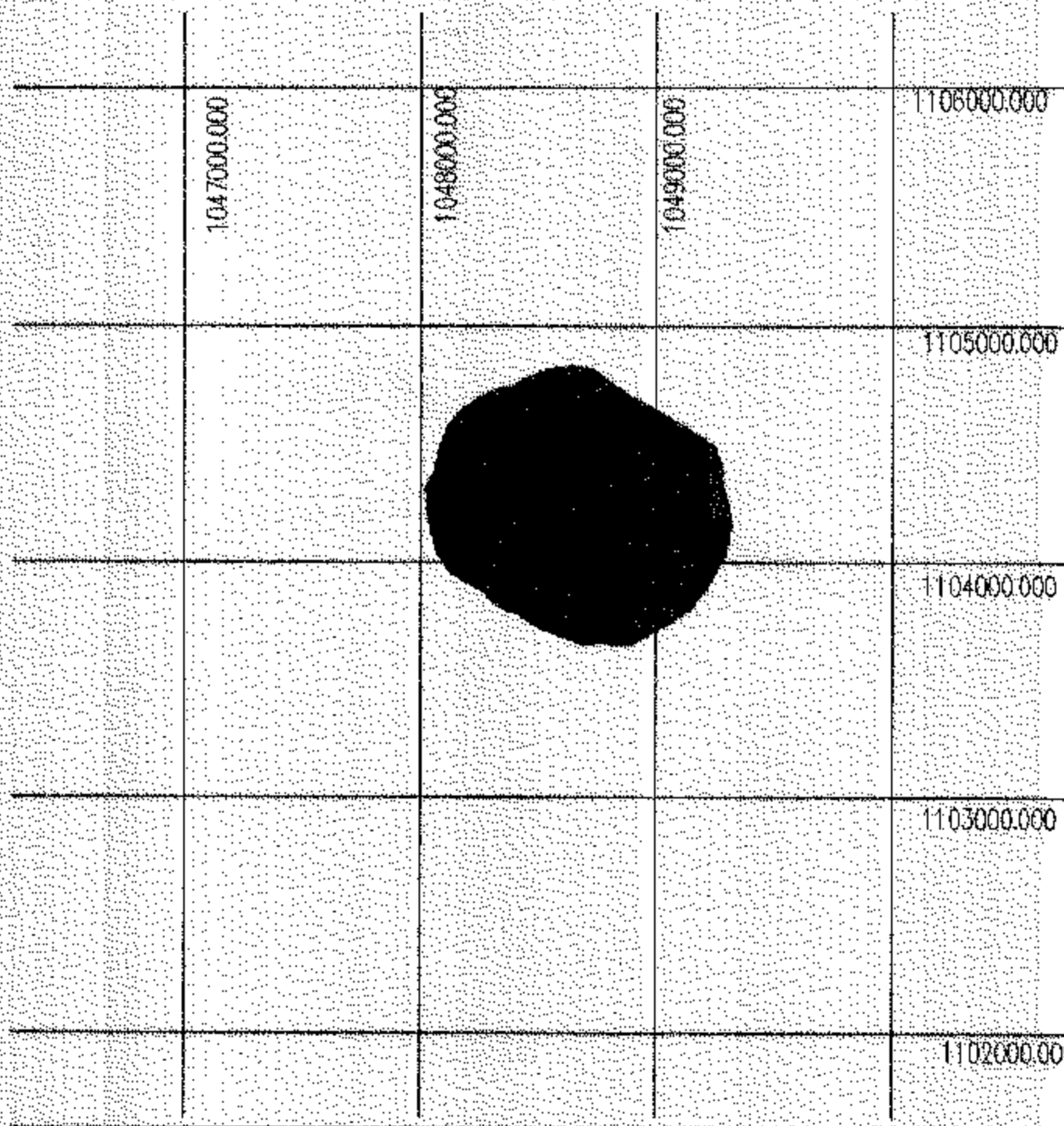
NOTA: SIN CONCENTRACION DE FONDO

FIGURA 19.

SIG-CAR

***VER EL ORIGINAL
DE LOS PLANOS EN
LA TESIS EDITADA
EN PAPEL***

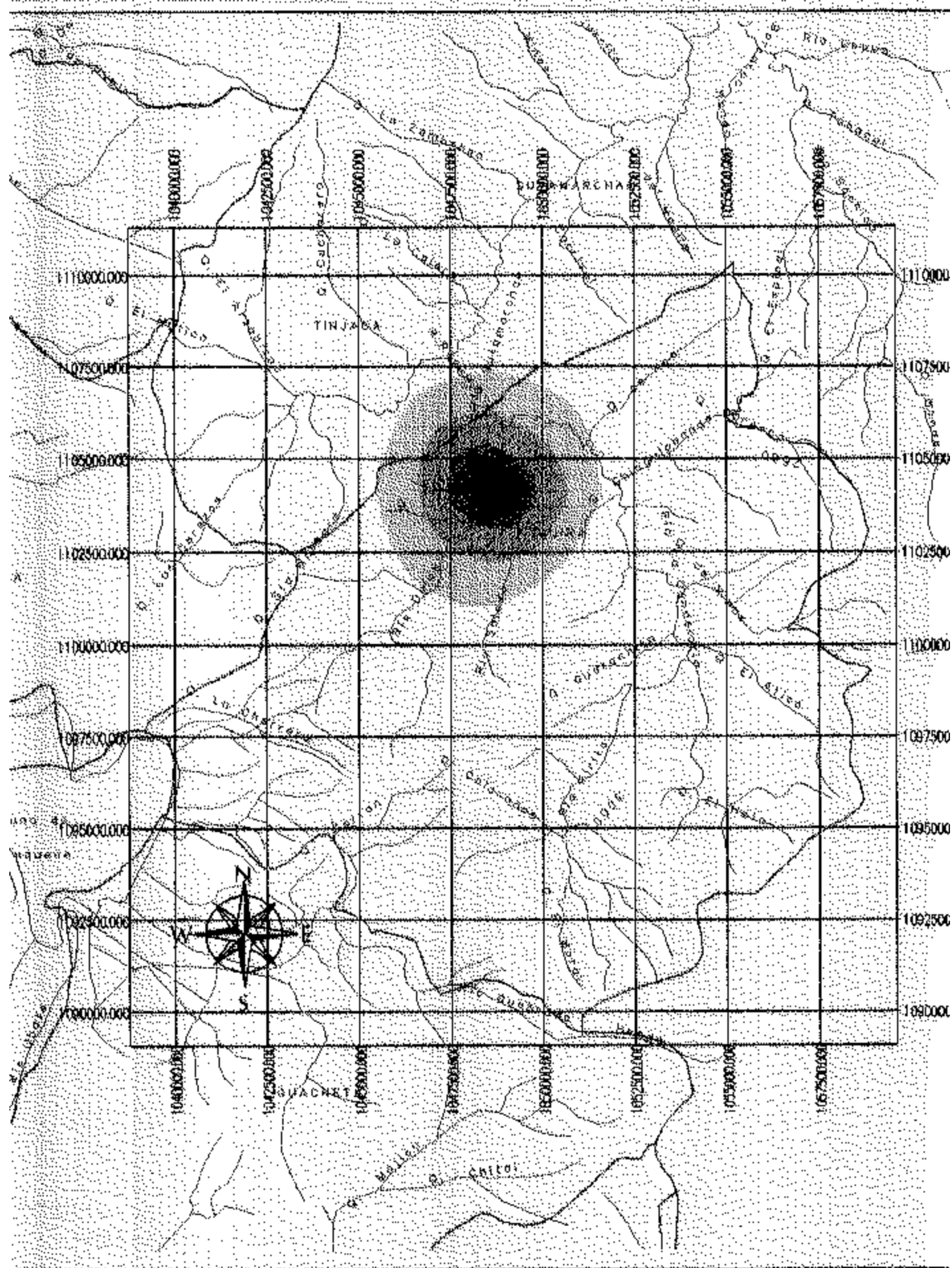
AREA CRITICA



NOTA: PRESENCIA SIMULTANEA DE OXIDOS DE AZUFRE, OXIDOS DE NITROGENO Y MATERIAL PARTICULADO
EN CONCENTRACIONES SUPERIORES A LAS NORMAS DE CALIDAD.

FIGURA 21

ESCALA 1:25.000



6. RESULTADOS

6.1 PROBLEMÁTICA AMBIENTAL

En este aparte se analizan los conflictos existentes, debidos a las actividades económicas, sobre los recursos naturales y humanos, de forma tal que se da a conocer la incompatibilidad entre los usos potencialidades de los recursos presentes en la zona de estudio al igual que la inadecuada ocupación físico-espacial del suelo.

En la zona de estudio se estableció como principal conflicto el siguiente:

Zonas de afectación atmosférica.

Este tipo de afectación se presenta en el municipio ocasionado por las chimeneas de los hornos que se utilizan para la cocción de la cerámica, hornos que se han ubicado alrededor del casco urbano, ocasionando sobre emanación de cenizas y gases, nocivos para los habitantes de la zona involucrada y las especies de flora y fauna existentes en la región.

De acuerdo con el decreto 02 de 1982 sobre emisiones atmosféricas, la concentración máxima permitida es de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a 25°C y 760 mm Hg, para las condiciones locales en Ráquira se aplica la siguiente ecuación:

$$\text{Norma local} = \text{Norma de calidad en C. de R.} * (\text{P.b local}/760) * (298 \text{ K}/(273 + T^\circ\text{C}))$$

Donde :

C. de R = Condiciones de referencia (100 ug/m^3)

Pb. Local = Presión barométrica local, en ml de mercurio (585.2)

T C = Temperatura promedio ambiente local, en grados centígrados (17°C)

$$\text{Norma local} = 100 \text{ ug/m}^3 * (585.2/760) * (298^\circ\text{K}/(273+17)^\circ\text{K})$$

$$\text{Norma local} = 79.12 \text{ ug/m}^3$$

Este valor es el permisible tanto para partículas como para óxidos.

Tal afectación se pudo determinar al comprobar que los niveles de concentración sobrepasan los niveles permisibles, esto fue factible al obtener las isopletras finales de los contaminantes analizados. En Las tablas 26,27,y 28; y las figuras 22, 23 y 24 se observa la relación entre el área de dispersión y la cantidad de contaminante.

Tabla 26 Partículas de carbón

Rango de concentración (ug/m^3)	Área de dispersión (Hax)	Porcentaje (%)
33-50	1554	54.6
50-75	898	31.5
75-100	165	5.8
100-125	62	2.2
125-150	53	1.9
>150	115	4

El área de dispersión que esta sobrepasando por partículas, la norma local es de 395 Has afectando en un 100 % la zona urbana.

Tabla 27. Óxidos de Azufre

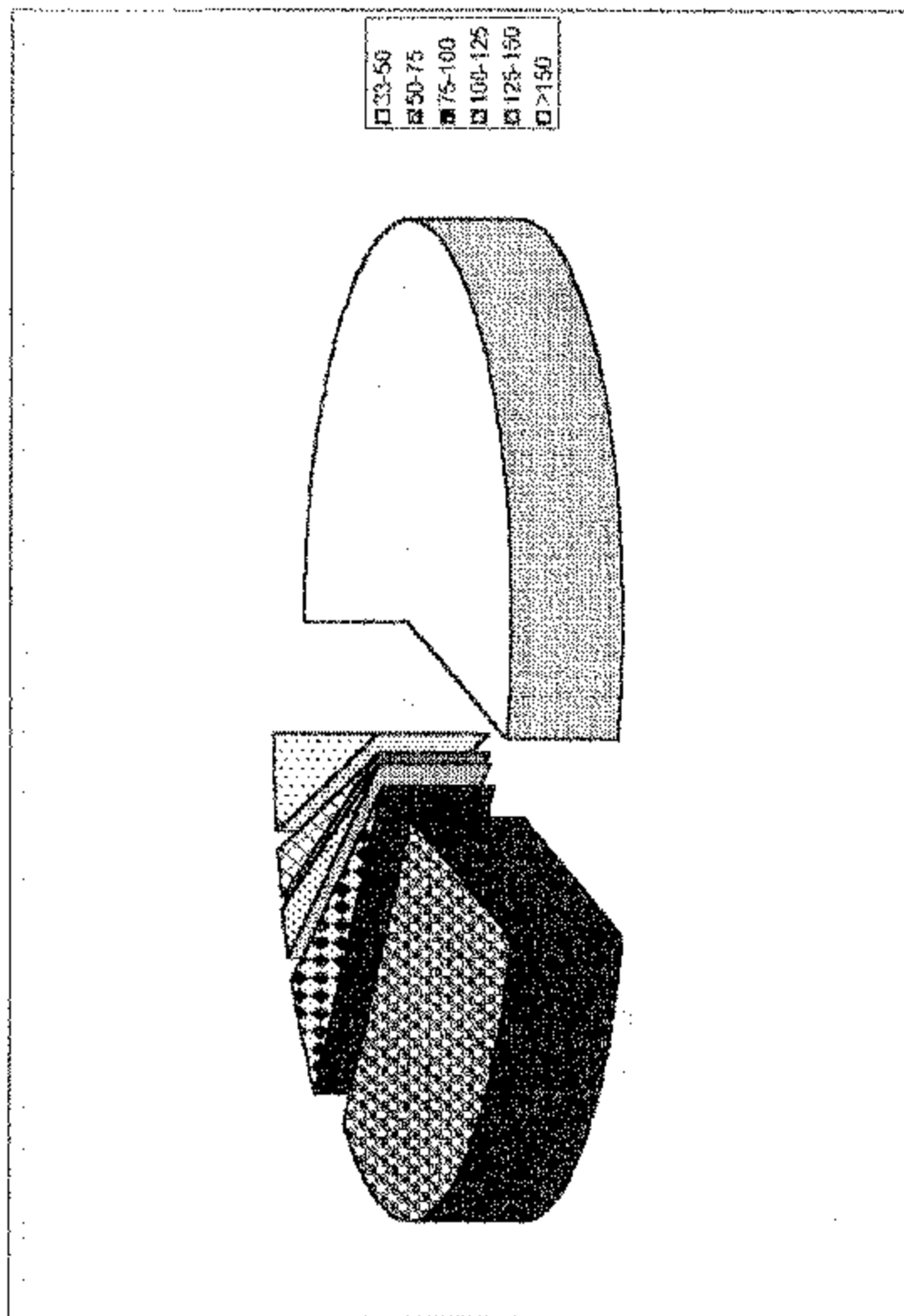
Rangos de Concentración ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Área de Dispersión (Has)	Porcentaje (%)
8-25	917	78.6
25-50	115	10.2
50-75	77	6.6
75-100	25	2.2
100-125	17	1.4
>125	12	1.0
TOTAL	1167	100%

El área de dispersión que esta sobrepasando por óxidos de azufre, la norma local es de 54 Has afectando en un 100 % la zona urbana.

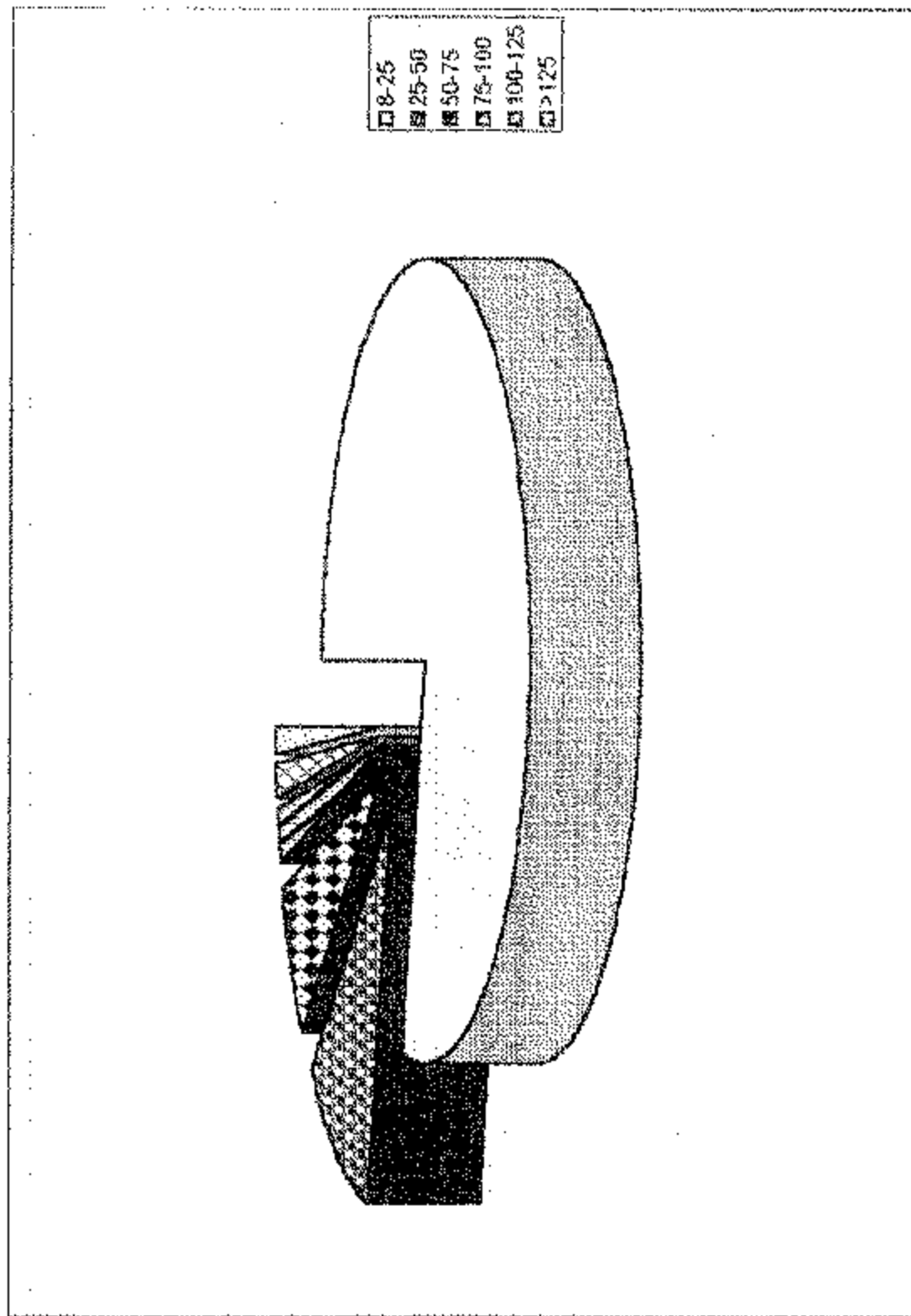
Tabla 27. Óxidos de Nitrógeno

Rangos de Concentración ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Área de Dispersión (Has)	Porcentaje (%)
8-25	819	81.6
25-50	77	7.6
50-75	52	5.2
75-100	42	4.2
100-125	9.3	0.9
>125	4.7	0.5
TOTAL	1167	100%

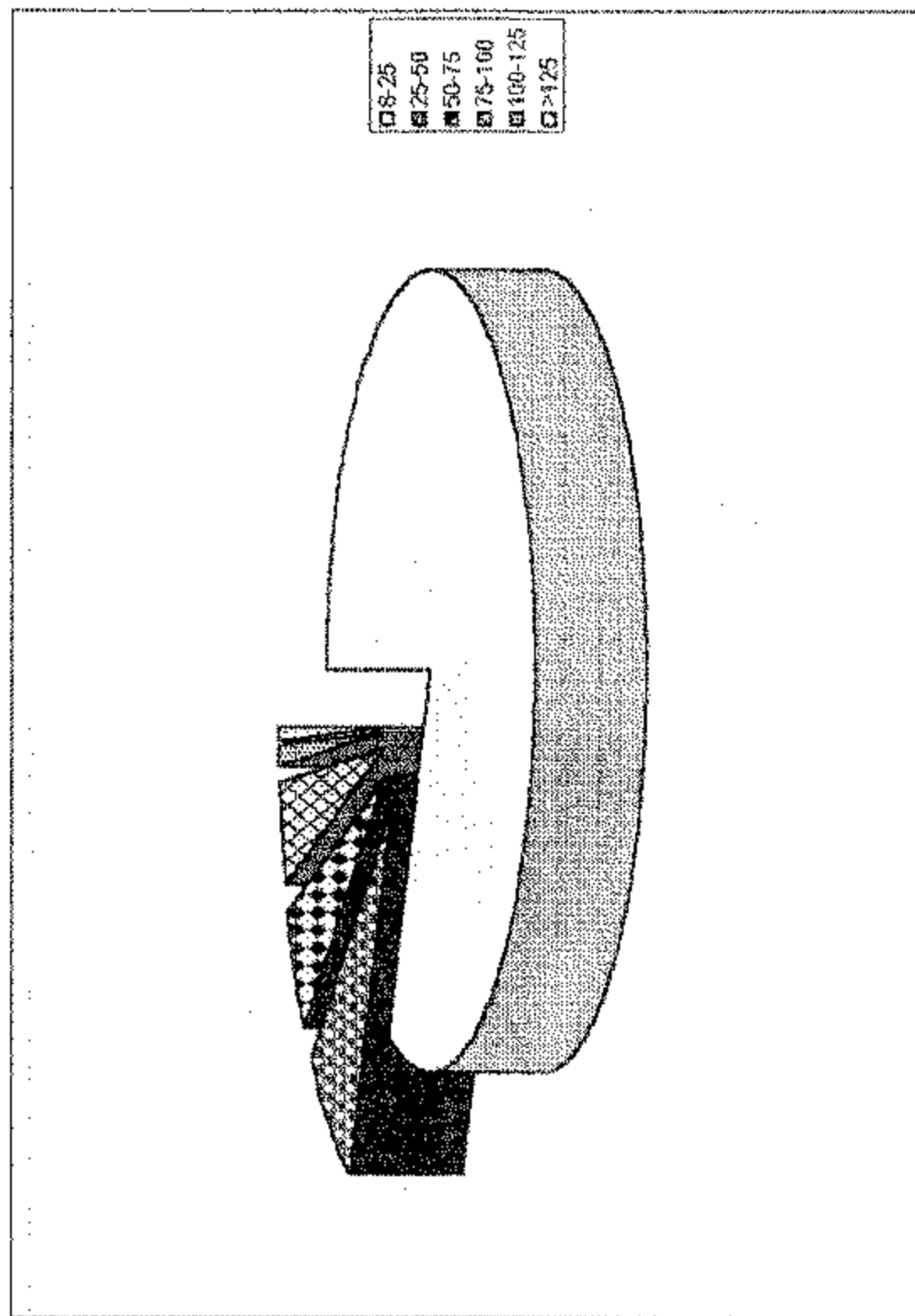
FIGURA 22. PORCENTAJES DE DISPERSION
PARTICULAS DE CARBON



**FIGURA 23. PORCENTAJES DE DISPERSION
OXIDOS DE AZUFRE**



**FIGURA 24. PORCENTAJE DE DISPERSION
OXIDOS DE NITROGENO**



El área de dispersión que está sobrepasando por óxidos de Nitrógeno, la norma local es de 18.2 Has afectando en un 100 % la zona urbana.

Según el análisis se pueden identificar zonas que sobrepasan el nivel permisible de contaminantes, por lo cual traen consigo innumerables perjuicios, de acuerdo con esto deben tenerse en cuenta no solamente los efectos que aparecen a corto plazo por situaciones de exposición aguda, sino aquellos que se presentan a largo plazo, debidos a la acción agresiva permanente sobre los seres vivos. A continuación se muestran los principales efectos que se pueden presentar a causa de los diferentes contaminantes:

ÓXIDOS DE AZUFRE

Dentro de los efectos importantes está la bronco - construcción, aumento de la pulsación y de la tasa de respiración. Tiene acción irritante de las membranas mucosas del conducto respiratorio.

Se considera que si se exceden los niveles atmosféricos de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ del total de partículas suspendidas (PTS) y de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de óxidos de azufre, se pueden provocar efectos dañinos al aparato respiratorio. Los efectos crónicos de la exposición al SO_x y a sulfatos particulados se evidencia en los estudios de mortalidad, en donde se observa un mayor número de muertes tempranas asociadas a enfermedades pulmonares y cardio vasculares en las regiones más contaminadas.

A concentraciones superiores de $200\mu\text{g}/\text{m}^3$, tanto de PTS como de SOx , los estados de asma, bronquitis crónica y enfermedades cardíacas se agravan.

ÓXIDOS DE NITRÓGENO

De los seis a siete óxidos de nitrógeno, el óxido nítrico (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO_2) son importantes contaminantes del aire.

La exposición prolongada a exposiciones bajas de NOx en la atmósfera urbana se ha asociado con un incremento de enfermedades respiratorias infecciosas en los niños.

El dióxido de nitrógeno inhibe la depuración mucociliar, la fagocitosis y la respuesta inmunológica en el pulmón, lo que provoca una disminución en la resistencia a las infecciones. Además se supone que también propicia el desarrollo de enfermedades respiratorias crónicas y acelera el envejecimiento del pulmón.

MATERIAL PARTICULADO

Las partículas solas o en combinación con otros contaminantes representan un peligro muy grave para la salud, como ya se menciona en óxidos de azufre. SE ha observado en algunos casos que la exposición a las partículas en combinación con otros contaminantes, como el SOx , produce un mayor deterioro de la salud que la exposición separada a cada contaminante. Como principales efectos se pueden mencionar: infecciones respiratorias, afecciones cardíacas, cáncer, bronquitis, asma, pulmonía, enfisema y otros semejantes. En el ANEXOJ se relaciona la concentración de las partículas y los efectos producidos.

Basados en esta información y relacionándola con los datos de morbilidad del municipio de Ráquira, nos encontramos que una de las principales causa son las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores, con lo que se puede deducir la relación directa entre la contaminación y los efectos que trae consigo a través de los años.

Al igual podemos relacionar los efectos de los contaminantes con la mortalidad en donde las principales causas de defunción son por enfermedades en las vías respiratorias superiores y aparato respiratorio, enfermedades circulatorias pulmonares y otras del corazón, otra muy importante es el cáncer a causa del material particulado y por la exposición durante varios años. De acuerdo con esto es muy notoria la afección directa que tienen estos contaminantes sobre la población del municipio de Ráquira.

6.1.1 PATOLOGÍA AMBIENTAL

En la matriz de identificación de problemas ambientales se analizaron aspectos que tienen que ver con los componentes ambientales en relación con la industria alfarera.

Los componentes ambientales que por su uso incompatible con respecto a las actividades (hombre - actividad cerámica, extracción de arcillas y emisiones atmosféricas) responden al mal manejo por parte de las autoridades municipales (ambientales) y propietarios de los hornos en desarrollo de la actividad cerámica.

MATRIZ DE IDENTIFICACION DE PROBLEMAS AMBIENTALES

ACTIVIDADES COMPONENTES AMBIENTALES	HOMBRE		EXTRACCIÓN DE ARCILLAS	EMISIONES ATMOSFÉRICAS	TOTAL
	Actividad censales				
AIRE	■		□	■	11
AGUA	●		●	□	5
SUELO	□		■	□	10
VEGETACIÓN	□		■	□	10
FAUNA	○		□	○	7
POBLACIÓN					
Salud	■		□	■	11
Morbilidad	□		○	□	8
Mortalidad					
ECONOMÍA					
Empleo	●		●	■	8
Impuestos	□		□	■	10
TOTAL		24	24	30	

Compatible: 1
 Bastante compatible: 2
 Algo compatible: 3
 Incompatible: 4

●
 ○
 □
 ■

La presencia de emisiones atmosféricas es la principal causa y la mayor generadora de conflictos entre los demás componentes, ha causado efectos severos en la salud de la población y el aire.

6.1.2 ANÁLISIS DE LOS CONFLICTOS AMBIENTALES

Cuatro conflictos resultan paradigmáticos recurrentes en la práctica actual del ordenamiento ambiental territorial:

- ♦ La aparente contradicción entre conservación y desarrollo.
- ♦ La existencia de sectores (económicos, social y político) conflictivos entre sí.
- ♦ La pugna entre intereses públicos y privados.
- ♦ La diferencia entre visión local e intereses de ámbito superiores.

Situaciones que han proporcionado al individuo un marco vital inadecuado, tampoco deseable; esta visión ha logrado que a través de los años se vaya presentando un deterioro de los recursos, siendo los más afectados el aire, el suelo, el agua y “la población”.

6.1 MANEJO AMBIENTAL

Como manejo ambiental se proponen algunas alternativas de solución para lo cual se plantea un Plan Gradual de Cambio para mejorar los niveles de contaminación de la zona estudiada.

procesos biológicos, asociados con las formas de producción, los asentamientos el consumo y manejo de los recursos.

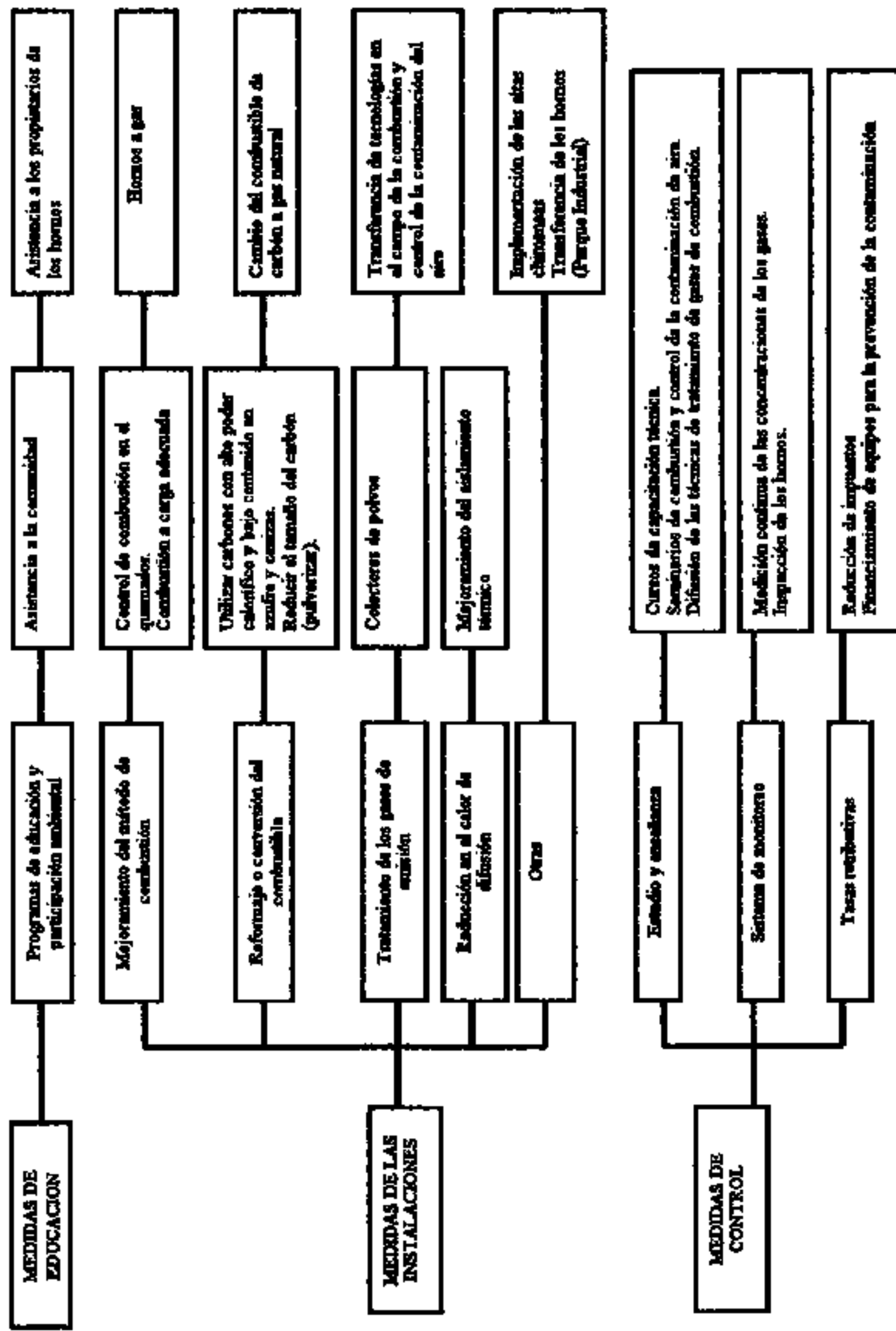
Se plantea como estrategia técnica el aprovechar, reordenar, restaurar y mejorar las actividades productivas principalmente, la actividad cerámica mediante el siguiente **PLAN GRADUAL DE CAMBIO.**

Tal plan va a fomentar un manejo adecuado para los hornos que contribuya a prevenir y/o mitigar los niveles de contaminación que estos producen. El Plan contempla unas medidas a corto, mediano y largo plazo para su desarrollo.

PLAN GRADUAL DE CAMBIO

MEDIDAS A CORTO PLAZO

MEDIDAS A MEDIANO Y LARGO PLAZO



PLAN GRADUAL DE CAMBIO

MEDIDAS DE EDUCACIÓN

PROGRAMAS DE EDUCACION Y PARTICIPACIÓN AMBIENTAL

Para realizar programas de educación ambiental es necesario la participación de diferentes profesionales o individuos capacitados en disciplinas específicas para así desarrollar proyectos reales y alternativas funcionales.

Es indispensable que los propietarios y en general la comunidad interesada en preservar y mejorar su entorno, forme parte activa en el desarrollo de programas que conlleven su defensa en pro del mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes. Se hace indispensable la participación de las entidades públicas, como la junta de acción comunal y líderes comunitario.

En la elaboración de programas de educación ambiental es importante desarrollar una serie de estrategias de trabajo para enfocar la educación ambiental en puntos específicos.

a. Asistencia a la comunidad

Estrategias:

1. Conformar un grupo de trabajo con jóvenes entre los 10 y 18 años de edad que estén interesados en participar en los programas de educación ambiental. Estos se convertirán en multiplicadores hacia la comunidad.

2. Creación y diseño de planes de divulgación e informativos dirigidos a los habitantes, en relación con los efectos nocivos de la contaminación atmosférica.
3. Creación de un grupo de veedores ambientales.

Contenido de los talleres

Taller 1. VIVA EL AIRE

- ♦ Conocimiento generales sobre contaminación del aire
- ♦ Principales focos de contaminación de la zona
- ♦ Los efectos nocivos de la contaminación del aire sobre el hombre y el medio
- ♦ Como prevenir y/o mitigar efectos generados por la industria alfarera

Taller 2. RECICLAJE

- ♦ Identificación de residuos sólidos generados por la actividad cerámica
- ♦ Manejo de los desechos provenientes de la actividad cerámica (cenizas y artesanías inservibles)
- ♦ Formas de reutilización

Taller 3. MALLA VERDE

- ♦ Relación hombre naturaleza
- ♦ Importancia de la vegetación
- ♦ Identificación de las especies nativas

- ♦ Utilidades que presentan algunas especies
- ♦ Como cultivar y mantener los árboles

b. Asistencia a los propietarios de hornos

1. Crear grupos interesados en el control de la contaminación.

Por medio de estos grupos recolectar información general sobre contaminación y métodos económicos y eficientes para el control de la contaminación.

Para realizar los talleres de los propietarios de los hornos se debe tener en cuenta las medidas de las instalaciones, con el fin de establecer los mejores métodos para el control de la contaminación, además las medidas de control de acuerdo al tipo de capacitación que en este nivel se desarrollara.

MEDIDAS DE LAS INSTALACIONES

MEJORAMIENTO DEL MÉTODO DE COMBUSTIÓN

Control de combustión en el quemador.

Este control de la combustión se puede obtener manteniendo uniforme la temperatura de combustión, lo que se consigue añadiendo frecuente o continuamente cantidades de combustible.

Combustión a carga adecuada.

La combustión de carga adecuada se relaciona con la implementación de mecanismos de encendido del horno.

Hornos a gas.

Implementar los hornos a base de gas, aprovechando la línea del gasoducto que esta próxima ha ser instalada en el municipio.

REFORMAJE O CONVERSION DEL COMBUSTIBLE

Utilizar carbones con alto poder calorífico y bajo contenido de azufre y cenizas.

Reducir el tamaño del carbón, implica la utilización de carbón pulverizado, ya que se hace más fácil la carga y hay un excelente rendimiento térmico, consiguiendo una combustión completa.

TRATAMIENTO DE LOS GASES DE EMISIÓN

Colectores de polvos.

La tecnología ofrece varios métodos para retener partículas y eliminar gases.

Dentro de los equipos para control de polvos se recomiendan los siguientes:

♦ Cámaras de sedimentación por gravedad

Son los equipos más simples utilizados para la recolección de partículas de 40µm. La recolección se realiza al reducir la corriente de gas, permitiendo que el polvo se asiente por gravedad.

VENTAJAS

- Costos de instalación bajos
- Costo de energía bajo

DESVENTAJAS

- Ocupa mucho espacio
- Eficiencia de recolección muy baja

VENTAJAS

- Costo de mantenimiento bajo
- Excelente seguridad
- Menor cantidad de partículas en suspensión
- Menores afecciones a la salud

DESVENTAJAS

♦ Separadores ciclónicos

Los separadores ciclónicos son dispositivos purificadores del gas que emplean una fuerza centrífuga generadora haciendo girar una corriente de gas con el fin de separar las partículas(sólidas o líquidas) del gas que las transporta.

El ciclón puede emplearse para remover partículas de 10 μm y de mayor tamaño.

VENTAJAS

- ♦ Simple y reproducible debido a la ausencia de partes en movimiento.
- ♦ Sus interiores fijos impiden la acumulación de polvos.
- ♦ Muy confiable para condiciones rudas de operación (cargas grandes, polvos abrasivos, temperaturas altas, períodos largos de operación).

DESVENTAJAS

- ♦ Para una eficiencia alta, se requiere un tamaño grande, o una caída de presión alta.

También para el control de polvos se debe tener presente planes de reforestación con especies nativas y resistentes a la contaminación, creando una especie de barrera viva, alrededor de las zonas afectadas.

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍAS EN EL CAMPO DE LA COMBUSTIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE

Mantener contacto con las entidades encargadas de proveer los sistemas de control de la contaminación del aire con el fin de conocer los últimos avances tecnológicos para poder implementar estos sistemas en la zona.

REDUCCIÓN EN EL CALOR DE DIFUSIÓN

Mejoramiento del aislamiento térmico.

Esto a partir de la reducción de la pérdida de calor a través de las paredes de los hornos por el empleo de sistemas de aislamiento (recubrimiento) térmico. Esto permitirá reducir los costos de combustible y la recuperación de cenizas.

OTRAS

Implementación de las altas chimeneas

Mediante el uso de chimeneas que cumplan la norma de los 15 m es posible reducir la contaminación, por una dispersión más fácil de los gases y de las partículas, pero la efectividad dependerá de:

a. Las características del proceso

- ◆ Tasa de emisión
- ◆ Temperatura
- ◆ Naturaleza de las sustancias
- ◆ La concentración

b. Las características de la fuente

- ♦ Altura y diámetro de la chimenea
- ♦ Topografía aledaña

c. Los factores meteorológicos

La velocidad y la dirección del viento

La temperatura ambiente

La humedad

La estabilidad atmosférica

Transferencia de los hornos.

(Zona Industrial)

Dentro de la propuesta de zonificación final se formula la zona que genera las mejores condiciones dispersantes, ambientales y poblacionales, además se debe aprovechar la próxima línea de conducción de gas que pasara cerca de la cabecera municipal.

MEDIDAS DE CONTROL

ESTUDIO Y ENSEÑANZA

Cursos de capacitación técnica

Dirigido a:

a. Entrenamiento a los propietarios de los hornos

Formar a los propietarios para que sean capaces de llevar un correcto control de combustión a través de cursillos y practicas, dirigidas por profesionales experimentados.

- ♦ Cursos de capacitación técnica
- ♦ Seminarios en combustión y control de la contaminación del aire
- ♦ Entrenamiento de técnicas de hornado desarrollando cursos técnicos para capacitación

c. Mejoramiento y difusión de las tecnologías

- ♦ Transferencia de tecnologías en el campo de la combustión y control de la combustión del aire.
- ♦ Envío de expertos de la industria cerámica

SISTEMA DE MONITOREO

Medición continua de las concentraciones de los gases.

- ♦ Organización de técnicas para medición de gases efuentes
- ♦ Ingenieros en procesos de combustión
- ♦ Operación de un sistema de monitoreo de la calidad del aire

Se refiere a un sistema continuo de vigilancia de la calidad del aire y de las emisiones. Es necesario para conocer si las fuentes cumplen con los estándares y si las estrategias son adecuadas para mejorar y mantener la calidad del aire. Además estos sistemas de monitoreo, pueden proporcionar datos para los modelos de simulación y también proporcionar información base para determinar los efectos en la salud pública.

Inspección de los hornos

- ♦ Desarrollo de los métodos de inspección de hornos y chimeneas

♦ **Métodos para la inspección de los hornos**

TASAS RETRIBUTIVAS

Reducción de impuestos

Reducción de impuestos, dirigida a los propietarios de los hornos que implementen técnicas para el control de la contaminación, en cualquier punto del proceso o directamente en las instalaciones (horno – chimenea)

Financiamiento de equipos para la prevención de la contaminación.

Este financiamiento se puede otorgar mediante la alcaldía o alguna entidad financiera, con el fin de promover las medidas previsoras contra la contaminación.

7. PROPUESTA DE ORDENAMIENTO AMBIENTAL

7.1 DEFINICIÓN

“Se entiende por Ordenamiento Ambiental del Territorio para los efectos previstos en la siguiente ley, la función atribuida al Estado de regular y orientar el proceso de diseño y planificación del uso del territorio y de los recursos naturales renovables de la nación, a fin de garantizar su adecuada explotación y su desarrollo sostenible”¹⁰.

“El ordenamiento ambiental del espacio ocupado o influido por una sociedad consistirá en el proceso de búsqueda de grados adecuados y crecientes de compatibilidad de las características de los ecosistemas naturales y de la población que lo ocupa y sus respectivas actividades económicas. Ello en busca de mejores condiciones de desarrollo para la sociedad y, al mismo tiempo, la preservación del medio ambiente”¹¹.

7.2 JUSTIFICACIÓN

7.2.1. Base Legal

La propuesta se basa en las siguientes leyes:

La ley 388 de 1997, por la cual modifica la ley 9 de 1989 y la ley 3 de 1991

La ley 99 de 1993, por la cual se crea el ministerio del medio ambiente y se organiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA).

¹⁰ LEY 99 de 1993.

¹¹ UTRIA, R.D. Dimensión Ambiental. 1986.

7.2.2. Base Técnica - Ambiental

En combinación con el ordenamiento del espacio socio- económico, el manejo ambiental de los recursos constituye el instrumento estratégico destinado a asegurar la preservación, la defensa y el desarrollo de los recursos a lo largo del proceso de producción y demás actividades de la sociedad. Este instrumento consiste en la definición y aplicación de un conjunto de pautas o normas técnicas y éticas para el uso y manejo de los recursos o todo lo largo del proceso – conservación- extracción – producción – distribución – consumo – desechos.

7.2.3. Base Salud

Este tercer aspecto se refiere al reconocimiento de que el ambiente sano constituye un servicio de bienestar social, en razón de su influencia directa y decisiva en la salud física y mental, y en la calidad de vida de la población. Esta función de bienestar esta ligada a numerosos factores vitales, como el aire puro para respirar, el agua y os alimentos sin contaminantes, los asentamientos aptos, a escala humana, sin ruidos, ni vibraciones, sin la congestión, en fin, un ambiente tranquilo que no afecte tan seriamente la salud de la población.

7.3 METODOLOGÍA UTILIZADA PARA LA FORMULACIÓN DE LA ZONIFICACIÓN FINAL

Con el propósito de definir el Ordenamiento Ambiental del Territorio del Municipio de Ráquira, debido a la actividad industrial de la alfarería, se propone establecer una zona industrial en donde se consideraron simultáneamente unos factores y criterios para determinar finalmente la mejor ubicación de la mencionada zona industrial en un área que minimice el impacto y/o efecto ambiental, de manera que no afecte la salud de la población de la zona urbana del municipio.

Se tuvo en cuenta el punto de vista de las aptitudes y políticas, y demás condiciones que determinan la asignación de la localización.

La formulación de la localización de la zona industrial y el correspondiente mapa de Ordenamiento Ambiental del municipio se adelantó siguiendo el siguiente proceso:

A. ZONIFICACIÓN BASE

Esta zonificación se hizo con base en los siguientes factores:

1. Geomorfología: Litología y morfología.
2. Suelos: Tipología agrológica (Clases)
3. Usos del suelo o cobertura vegetal actual.

Para mejor entendimiento ver mapa 2 (Zonificación preliminar).

B. CRITERIOS QUE SE TUVIERON EN CUENTA PARA LA ZONIFICACION FINAL

Ver Mapa 4.

1. Criterios de riesgos geomorfológicos

La presencia de una unidad territorial (zona de restauración ecológica) tan extensa, permite localizar la zona industrial en ella, debido a que estas tierras no van a acelerar su proceso de deterioro, por la afectación que esta pueda causar, teniendo en cuenta la topografía de la zona y además la ausencia de barreras vivas que puedan interferir en la dispersión de los contaminantes.

Esta zona es la más favorable para la instalación de la industria puesto que cerca de ella no se encuentran zonas agropecuarias, de protección forestal y asentamientos urbanos.

2. Criterios de calidad e valor ambiental

- ◆ **Valor naturalístico:** La presencia de especies de fauna o de flora que intervienen en la ubicación, están marginadas o retiradas de la zona, no siendo afectadas.
- ◆ **Paisajístico:** El paisaje no se ve directamente afectado debido a la ausencia de zonas arqueológicas, históricas o culturales.
- ◆ **Vulnerabilidad a la contaminación atmosférica:** La zona se localizará fuera del perímetro urbano, teniendo en cuenta el área crítica de cubrimiento de los contaminantes, obligando a alejarla de cualquier zona residencial que se vea afectada.

La zona al contar con un tipo de estabilidad B (atmósfera moderadamente inestable), un período de lluvias bimodal con bajos registros y una radiación moderada; hace apta esta zona ya que la capacidad de dispersión de los contaminantes va a ser mayor.

3. Criterios de valor económico

La zona se localizará teniendo en cuenta las siguientes condiciones:

- ♦ **Vías de acceso:** Por la necesidad de transportar las materias primas y poder comercializar los productos, y además por el desplazamiento del personal, se da como alternativa la vía Ráquira – Capellánía, ya que esta vía es carretable durante todo el año, hecho que va relacionado estrechamente con los anteriores criterios.
- ♦ **Línea de gas:** La próxima instalación de gas para el municipio de Ráquira procedente del gasoducto de Belén, trae consigo nuevas alternativas que pueden ser aprovechadas en la creación del nuevo parque industrial.
- ♦ **Utilidades:** La zona industrial representa para la administración y la comunidad beneficios económicos, tanto por la producción como por el incremento turístico de la región.

4. Criterios sobre conservación y desarrollo sobre los recursos hídricos

La actividad cerámica utiliza para su proceso una cantidad mínima de agua, representando una carga nula del efluente, razón por la cual no se ve afectado el recurso hídrico.

Las disposiciones finales que se van a presentar estarán representadas por el consumo humano, al presentarse un sin número de personal dedicado a la elaboración de cerámicas.

Los desechos líquidos que se generaran serán tratados de acuerdo con la producción y procedencia.

Las dos quebradas más cercanas son, la Quebrada Chillón y la Quebrada Ambrodero.

5. Criterios de localización en relación con asentamientos y emplazamientos productivos

Al encontrarse dentro de la zona urbana del municipio de Ráquira un emplazamiento productivo industrial, se ha presentado un uso incompatible; generando conflictos socio-económico, ambientales y de salubridad. Por lo cual se debe localizar la zona industrial donde no existan áreas residenciales, para no producir daños adversos a la población.

También se asume este criterio por la cercanía de los emplazamientos productivos mineros o zonas de extracción minera, y por su facilidad de transporte gracias a las buenas condiciones de la vía Ráquira – Capellánía, vía que a sí mismo será utilizada para el transporte final de las artesanías hacia el casco urbano del municipio.

6. Criterios sobre riesgos de salud

La disminución de los contaminantes por el desplazamiento de los hornos al parque industrial, contribuye a atenuar los índices de morbilidad y mortalidad que en este momento esta sufriendo la población.

Los hornos al estar agrupados favorecen el control que las autoridades ambientales vienen desarrollando, disminuyendo los niveles de contaminación sobre esta zona. Además por esta agrupación se pueden desarrollar estudios puntuales sobre las técnicas de control de contaminación.

7. Criterios sobre la imagen prospectiva ambiental

A través de la zona industrial se generaran desplazamientos de los propietarios y trabajadores de los hornos que están ubicados en la zona residencial; este desplazamiento se hace gradualmente en procura de mejorar la calidad del aire de la zona, generándose empleo, creando un ámbito local que pueda ser impulsado a nivel regional por medio de Artesanías de Colombia y el Consejo Municipal.

7.4. USOS DEL SUELO

Uso principal: Actividad alfarera, tipo jardín

Uso compatible: Comercial

Uso prohibido: Residencial e Institucional

.8. CONCLUSIONES

Las condiciones metereologicas en el municipio de Raquira favorecen la dispersión de los contaminantes en las zonas, dadas las siguientes condiciones: bajo régimen pluviométrico, radiación solar moderada, cielo parcialmente despejado (nubosidad), esto a pesar que se registran bajos niveles de velocidad del viento.

La relación entre concentracion y cantidad de los contaminantes atmosféricos emitidos (norma de emisión) varía dependiendo de las condiciones climáticas así como de la velocidad del viento y la estabilidad atmosférica, y condiciones de los orígenes de humo como la altura de la chimenea.

Los índices de morbi – mortalidad han tenido un mayor incremento a razón de que se han generado mayores niveles de contaminación por partículas y óxidos; los cuales están directamente relacionados con las estadísticas en salud.

La actividad cerámica se ha venido desarrollando a través de los años por las familias como la principal fuente económica. Por lo que muchos de los pobladores del municipio lo han visto como la única fuente de ingresos, desplazando otras actividades importantes.

En la zona industrial propuesta se generaran desplazamientos de los propietarios y trabajadores de los hornos que están ubicados en la zona residencial, este desplazamiento gradual se hará en procura de mejorar la calidad del aire de la zona, generando empleo.

Para llevar a cabo un Plan de Ordenamiento Ambiental se requiere poseer un enfoque multidimensional, para poder futurizar la mejor asignación al uso de los suelos en función de sus posibilidades y restricciones que formulara acciones e instrumentos que contribuyan a mejorar la calidad de vida de los habitantes y para dar el mejor manejo de los recursos naturales en pro de lograr un desarrollo sostenible.

Las descargas emitidas por los hornos a base de carbón presentes en la cabecera municipal, como el área de mayor concentración no están cumpliendo con las normas de calidad del aire excediendo los $79 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (en condiciones locales) durante un período de 24 horas establecido en el Decreto 02 de 1982 en cuanto a emisiones atmosféricas para partículas en suspensión, óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno que con respecto a las concentraciones estimadas en el estudio muestran que están por encima de la norma en un 90 % respecto a partículas, en un 58 % respecto a óxidos de azufre y en un 58 % respecto a óxidos de nitrógeno.

Debido al aumento y tamaño de los hornos (fuentes de polución) se ha generado una sobre carga de contaminación que puede hacerse más crónica a través del tiempo.

Implementar el Plan Gradual de Cambio conforme a sus medidas a corto, mediano y largo plazo, para garantizar un óptimo manejo en la producción de las cerámicas, dado con las condiciones sociales, económicas y ambientales.

Buscar por medio de las alternativas de solución, minimizar el impacto ambiental de las actividades industriales que se desarrollan en el municipio.

Para alcanzar la reducción de sustancias contaminantes, es necesario que se fortalezcan las normas de emisión, adoptando restricciones rigurosas para los propietarios de hornos.

Tomar los residuos sólidos de piezas cerámicas al igual que la escoria proveniente del carbón para ser dispuestas o llevadas a un sitio de disposición final, evitando el deterioro paisajístico y la contaminación del aire, ya que en el momento son dispuestos en pilas o los alrededores de los mismos sitios de trabajo o tirados sobre las vías.

Sustituir los helechos utilizados para evitar el rompimiento de las artesanías en el transporte y descargue por otro producto (como la espuma, el papel periódico), logrando así la conservación de la vegetación en el municipio.

Desarrollar los mecanismos necesarios para el tratamiento de vertimiento doméstico tanto líquidos como sólidos con el fin de garantizar una mejor calidad de vida de la población.

9. RECOMENDACIONES

Con la legislación ambiental y la reglamentación del Uso del Suelo concertar con la comunidad el beneficio de los programas (educación, capacitación, reforestación y saneamiento básico) orientados al mejoramiento de las condiciones de vida.

Protección de fuentes de agua del municipio mediante programas de arborización, dichos programas con asistencia técnica a las comunidades para que el momento de reforestar lo hagan con plantas nativas de la región.

Construcción de obras para la disposición final de residuos sólidos como el relleno sanitario para el municipio, letrinas y pozos sépticos particularmente para aquellas personas que viven en zonas rurales.

Desarrollar programas de manejo de canteras y minas de carbón mediante capacitación a los propietarios.

Por parte del consejo municipal, incluir la presente propuesta de Ordenamiento Ambiental en busca de lograr una reordenación para los usos adversos que se están dando al suelo, es especial la zona urbana y algunas veredas de su jurisdicción.

El municipio reglamentará el área mínima de cada lote para la actividad, sugiriéndose un área mínima de 500 m², con índices de ocupación del 50%.

Como resultado de lo anterior, se sugiere un área máxima para la zona industrial de 5 Hectáreas.

BIBLIOGRAFÍA

BECERRA, Carolina; MENDEZ, Virginia. Contribución a al estudio de la flora del municipio de Ráquira, Universidad Nacional, 1987.

BELTRAN VARGAS, Julio Eduardo, La Dimensión Ambiental en la Planificación del Desarrollo Regional, Santafé de Bogotá, UNIANDES, 1991, 132p.

Environmental Protection Agency. Compilation of air pollutant emission factors. U.S.A: EPA. 1995, vol I

BERNAL GARCIA, Germán, Régimen del Brillo Solar en Colombia, Bogotá: HIMAT, 1989, 146p.

Estudio de Ordenamiento Ambiental Territorial de Trece Municipios Carboníferos del Departamento de Boyacá, I.R.M.E. – U.P.T.C. 1992.

FALS BURDO, Orlando, Región e Historia: Elementos Sobre Ordenamiento y Equilibrio Regional en Colombia, Bogotá: Tercer Mundo, 1996, 189p.

GOMEZ OREA, Domingo, Ordenación del Territorio: Una Aproximación Desde el Medio Físico, Madrid: Instituto Tecnológico Geominero, 1993, 152p.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y certificación. Normas Colombianas para la presentación de normas de grado. Bogotá: ICONTEC; 1996. 132p.

MADRID INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO, Guía Metodológica Para el Estudio del Medio Físico, 1953, 572p.

Proyecto de investigación sobre la aplicación de carbón en el proceso cerámico artesanal de Ráquira, Bogotá: Artesanías de Colombia, 1992.

QUADRI DE LA TORRE, Gabriel, Ordenamiento Ecológico del Territorio, México: SEDUE – INAIN, 1988.

SANTAFÉ DE BOGOTÁ DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DEL MEDIO AMBIENTE, Valoración del Impacto Ambiental de la Pequeña y Mediana Industria, 1996, 120p.

SASAIMA, Memorias del Panel Ordenamiento Ambiental del Territorio, 1996, 421p.

**SEMINARIO DE MEDIO AMBIENTE Y ORDENACION DEL TERRITORIO,
(1993: Valladolid).**

**TURNER, D B, Workbook of atmospheric Dispersion Estimates, Washington, D.C:
HEW, 1969.**

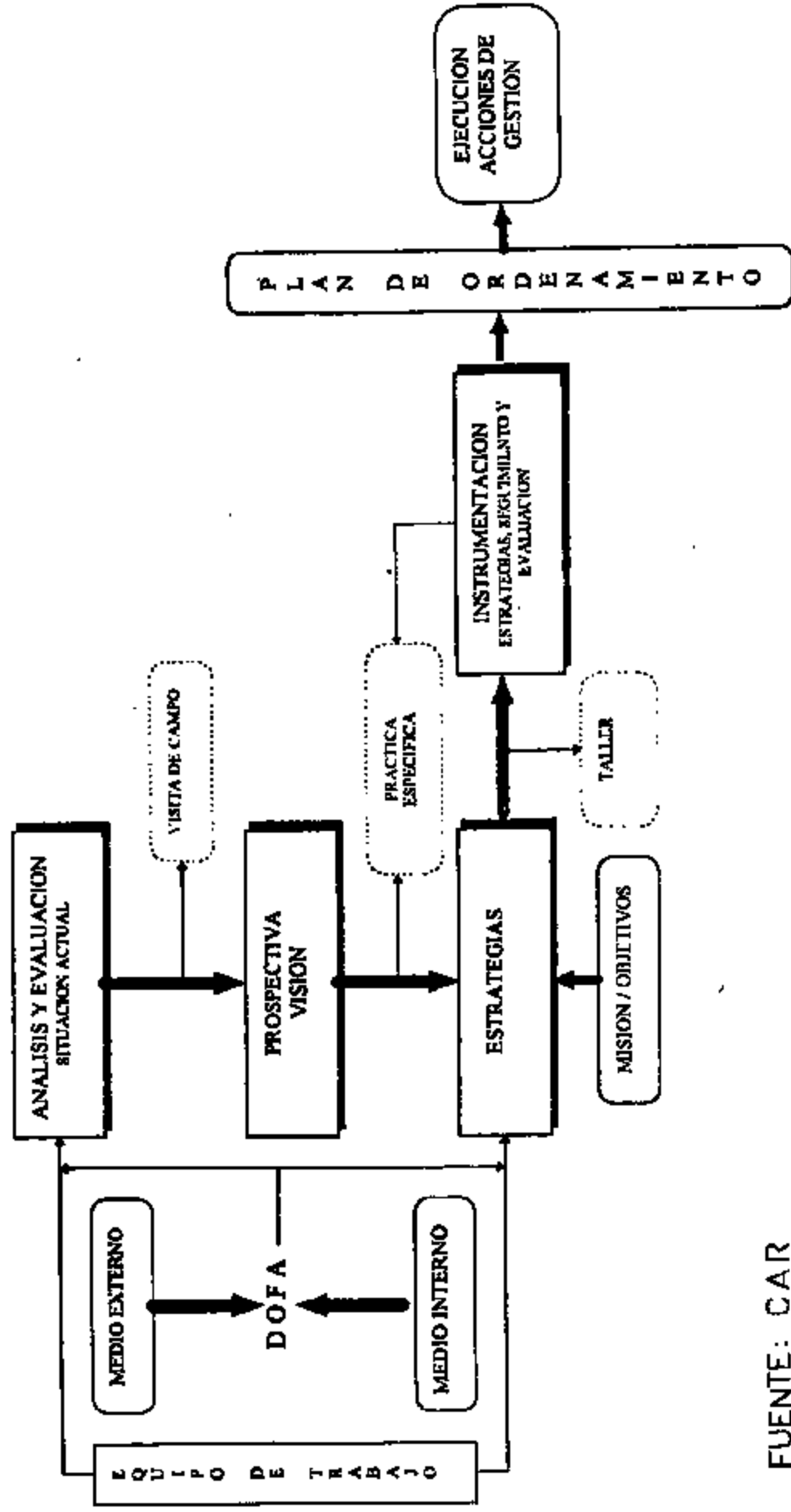
**UTRÍA, Ruben Dario, La Dimensión Ambiental del Desarrollo y Su Planificación,
Bogotá: U.J.T.L, 1986, 171p.**

**WAKR, Kenneth; WARNER, Cecil F, Contaminación del aire, México: Editorial
Limusa, 1996, 624 p.**

ANEXO A

METODOLOGÍA DEL PLAN DE ORDENAMIENTO AMBIENTAL

UNIVERSIDAD DE LA SALLE
METODOLOGIA DEL PLAN DE ORDENAMIENTO AMBIENTAL



FUENTE: CAR

ANEXO B

DATOS DE PRECIPITACION

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE LAS CUENCAS DE LOS RIOS BOSOTA, UBALE Y SUAREZ

CONVENIO HIMAY-CAR
SISTEMA DE INFORMACION
HIDROMETEOROLOGICA

VALORES MAXIMOS EN 24 HS DE PRECIPITACION (mm)

TUD	8531	X=N=1102050	CATEGORIA	PS	DEPTO	BOYA.	FECHA-INSTALACION	MAR/68					
UTUD	7336	Y=E=1052390	ENTIDAD	22 CAR	MUNICIPIO	RAQUIRA	FECHA-SUSPENSION						
ACION	2320 a.s.n.m		ZONA	NORTE	CUENCA	R. CANDELARIA							
ANO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	TOTAL
1960			31.9	41.3	29.4	1.4	17.9	4.9	2.1	31.8	28.8	64.8	64.8
1961	49.7	16.9	26.5	23.1	26.0	25.4	2.8	2.3	14.9	33.8	28.3	6.4	49.7
1962	38.1	45.6	18.9	27.3	16.5	21.3	1.6	28.8	5.7	18.2	27.5	19.8	45.6
1963	28.4	23.8	25.2	22.5	58.5	26.7	7.3	1.4	4.3	23.3	23.6	2.5	58.5
1964	8.3	17.7	24.8	38.9	38.9	16.6	11.2	8.8	3.5	19.2	32.1	22.2	38.9
1965	12.7	14.4	6.6	45.8	23.4	3.5	5.5	11.9	1.2	27.8	29.8	28.8	45.8
1966		5.3	22.8	17.5	25.6	8.5	4.4	1.8	41.5	18.3	33.5	23.1	41.5
1967	59.3	8.5	29.8	18.3	13.9	15.5	7.2	3.1	18.2	22.4	38.7	31.8	59.3
1968	6.6	24.7	33.8	61.7	25.2	34.6	1.7	8.8	22.4	37.8	77.3	5.8	77.3
1969	21.8	22.7	28.8	59.2	38.8	44.6	2.3	31.4	38.8	28.5	28.8	7.8	59.2
1970	6.5	43.8	21.6	33.2	43.8	18.8	36.4	8.2	38.5	58.5	32.2	12.8	58.5
1971	19.9	24.9	35.2	29.8	53.2	8.5	12.7	11.2	21.3	37.5	24.8	32.3	55.2
1972	31.1	8.8	14.1	31.8	6.2	7.5	6.5	14.5	16.8	29.6	28.5	4.5	31.8
1973	9.5	6.8	26.8	18.3	38.7	16.7	43.8	9.1	31.4	37.8	41.7	28.4	43.8
1974	11.8	38.8	22.5	26.2	24.8	21.2	3.6	4.5	38.8	56.5	36.5	34.8	56.5
1975	2.4	34.2	25.8	25.8	8.5	13.9	12.2	23.5	24.8	38.8	15.8	22.5	38.8
1976	7.5	39.5	35.5	31.7	22.7	7.4	8.5	2.3	18.8	18.3	31.7	12.1	39.5
1977	4.3	3.7	37.7	22.7	8.8	5.3	8.5	9.8	14.8	22.4	25.4	32.5	37.7
1978	8.8	22.8	27.7	28.6	24.8	9.6	8.8		25.4	27.5	14.3	15.8	28.6
1979	18.2	12.9	68.2	23.6	41.8	12.4	3.6	16.8	12.7	37.8	34.4	18.7	68.2
1980	21.9	31.5	57.7	38.8	12.4	28.7	2.4	38.5	13.4	34.9	21.5	9.7	57.7
1981	27.7	27.5	28.4	25.8	26.5	7.8	2.2	36.8	17.5	11.8	26.9	19.8	36.8
1982	21.7	28.3	38.3	19.4	19.8	2.3	4.8	2.4	18.1	5.5	18.2	12.6	38.3
1983	19.4	8.6	8.8				3.4	2.8	12.3	1.7	8.8		19.4
1984	7.8	11.5		1.2	17.8	42.8	11.3	16.3					42.8
1985			8.4	19.9	25.8	18.8	7.1	3.7	8.8	24.5	25.9	32.8	32.8
1986	7.4	48.9	35.9	31.4	25.2	57.8				31.8	39.2		57.8
1987	14.6	18.3	58.8	38.1	31.4	8.4	18.3	39.1	48.8	45.8	43.8	7.8	58.8
1988	14.9	16.1	34.7	45.1	18.3	6.3	5.7	5.8	2.5	37.8	23.6	24.1	45.1
1989				6.1	27.2	8.7	6.7	3.4	18.3	14.2	26.4	17.9	27.2
1990	34.5	14.7	28.7	21.9	12.4	13.8	3.2		24.2	6.8	34.8	26.1	34.8
1991	11.8	26.9	28.8	43.1	28.3	7.8	3.5	1.4	22.5	28.5	29.5	21.4	43.1
1994	21	13.4	12.3	17.9	32	3.2	6.8	1.3	18.9	44.1	29		44.1
X MEN	59.3	48.9	68.2	61.7	55.2	57.8	43.8	39.1	48.8	56.5	77.3	44.8	77.3
N MEN	8.8	3.7	8.8	1.2	6.2	8.5	8.5	1.8	8.8	1.7	8.8	2.5	8.8

MAXIMA ANUAL

77.3

MINIMA ANUAL

19.4

CONVENIO HINAT-CAR
SISTEMA DE INFORMACION
HIDROMETEOROLOGICA
LA CADELARIA

ESTACION: 2401026

LA CANDELARIA

DEPTO	BOYA.
MUNICIPIO	RAQUIRA
CIENCA	S. CANDELARIA

FECHA-INSTALACION MAR/68
FECHA-SUSPENSION

AND ENERO & FEBRE & MARZO & ABRIL & MAYO & JUNIO & JULIO & AGOST & SEPT & OCTUB & NOVIE & DICIE & TOTAL

960			87.1	163.0	71.7	4.8	41.8	15.7	4.8	154.4	55.3	128.6	737.4
961	185.8	17.8	92.9	118.5	38.3	43.8	3.1	5.8	19.8	138.9	164.6	8.1	752.8
962	59.6	91.2	91.2	127.9	88.9	49.5	5.3	27.5	18.5	53.2	121.9	61.2	888.9
963	31.3	59.1	185.7	138.2	165.9	46.5	15.7	5.7	4.5	68.8	91.9	6.8	737.1
964	13.4	43.8	52.9	283.1	143.5	52.8	29.6	15.3	8.2	184.5	118.4	44.2	841.9
965	38.8	36.5	18.7	255.2	143.2	4.8	6.8	18.7	3.5	154.1	213.7	88.5	972.7
966	8.8	11.6	64.8	71.1	138.2	48.9	9.2	1.8	64.7	187.3	161.9	86.8	779.7
967	68.1	28.9	79.5	53.1	43.7	49.5	18.1	6.1	29.1	79.9	148.5	78.8	687.5
968	13.8	36.8	57.9	258.6	53.8	185.6	3.8	9.2	82.8	114.3	166.1	8.2	913.5
969	54.2	71.9	29.3	245.2	181.2	75.8	3.7	32.6	73.5	191.4	81.2	26.6	999.6
970	11.9	85.8	31.9	92.7	183.8	22.7	66.7	24.8	91.9	148.4	99.9	47.9	848.6
971	46.5	84.3	166.8	118.3	166.9	8.5	18.3	25.5	45.5	153.8	174.3	95.9	1189.8
972	188.8	23.2	63.7	253.2	14.4	27.4	9.4	36.8	16.2	63.2	45.8	8.6	683.9
973	18.1	6.5	79.8	93.9	81.2	47.2	98.8	27.3	145.1	154.5	286.8	115.3	1879.5
974	27.9	144.6	125.1	138.8	74.7	43.5	18.1	12.8	91.6	183.9	197.5	51.8	1115.7
975	2.5	143.3	98.4	184.8	41.8	36.1	42.9	64.7	59.8	135.1	81.8	83.4	988.1
976	18.7	94.3	177.1	98.2	82.4	21.5	1.8	2.6	68.2	186.2	133.4	48.7	843.5
977	7.8	5.5	119.5	189.3	34.8	21.6	16.9	19.3	46.8	188.3	138.6	34.8	666.1
978	8.8	47.4	181.3	186.2	88.4	15.7	14.3		59.9	132.5	29.1	63.8	755.1
979	29.8	29.8	197.6	94.9	88.1	21.3	4.4	44.6	25.9	125.3	183.1	48.8	889.1
980	21.9	81.6	88.8	148.1	38.8	77.7	4.7	48.2	29.1	129.6	62.7	59.3	779.5
981	78.7	71.9	48.3	146.4	93.3	21.9	6.5	61.6	56.1	38.6	184.3	19.8	723.5
982	22.4	45.3	124.1	117.6	51.2	3.8	8.3	8.5	34.3	14.4	57.3	26.8	514.5
983	31.7	18.3	8.8				5.3	5.1	18.9	2.2	8.8		81.5
984	9.9	28.9		1.2	96.6	83.9	28.5	31.4					272.5
985			8.5	77.1	88.8	24.8	28.7	15.8	8.8	65.7	187.2	111.3	511.5
986	14.3	137.2	188.8	68.7	59.2	86.6				139.9	51.1		657.5
987		8.8	48.3	43.4	38.4	14.1	23.2	11.8	76.9	181.6	88.8	22.9	523.5
988	51.2	61.5	77.6	156.3	79.9	11.1	11.3	18.4	6.9	146.7	119.9	39.1	771.5
989			7.8	96.9	21.5	21.9	5.9	25.8	67.9	126.8	41.8		413.5
990	92.6	36.8	29.3	78.9	58.2	22.6	5.3		58.8	7.1	184.9	85.8	634.5
993	25.1	47.6	81.9	146.3	132.6	8.6	11.3	2.8	34.9	67.1	189.7	25.8	692.5
994	54.7	58.6	45.8	188.3	97.6	13.8	13.2	4.5	45.7	188.8	98.8	8.8	682.5

M ANUAL													736	
N MENSUAL	35.4	54.5	79.4	124.1	82.9	35.2	18.2	19.7	43.3	109.3	113.6	51.1	63	
MENSUAL	188.9	146.6	197.6	255.2	156.9	105.6	98.8	64.7	145.1	191.4	213.7	128.6	255	
MENSUAL	8.8	8.8	8.8	1.2	14.4	0.5	1.8	1.8	8.8	2.2	8.8	8.8	8	
PROMEDIO ANUAL				736.4				1115.7					MINIMA ANUAL	81.5

ANEXO C

DATOS DE TEMPERATURA

22161-16 4.4.700.1
HPC 2014 6.18.1.10

Harold G. Smith, Jr.

ESTOGRIN : 29.028 9. 11. 19 19 19.

RECEIVED: 1951 JULY 19

NAME : DATE : PAGE :

1	4	4	17.8 3	17.5	17.8	17.4 3	17.9	15.7	17.6 3	16.4 3	16.1	16.2 3	16.2 3
1	16.4	17.4	17.2	16.9	16.9	17.1	16.7	16.7	15.8	16.1	16.7	16.9	16.2 3
1	16.3	16.9	17.3	17.0	16.9 3	17.0	16.7	16.2 3	17.4	16.1 3	16.1 3	16.1 3	16.1 3
1	17.8 3	18.2 3	17.8 3	17.3 3	17.4 3		17.2 3	17.4 3	17.2 3	16.2 3			16.1 3
1	15.7	16.2 3	17.0 3	17.0 3	16.4	16.3	15.9 3	16.3	15.7	15.9	16.5	16.1 3	16.2 3
1	16.1	16.5	17.0	16.5 3	16.6	16.7	16.1	16.0 3	15.3 3	15.1 3	16.2 3	16.5 3	16.2 3
1	16.1 3	15.7 3	16.3 3	17.3 3	17.4	16.8	16.6	17.1	17.1	15.3	16.6	16.5 3	16.2 3
1	15.9	17.8	17.7 3	18.1 3	17.6	17.8	17.5	17.3 3	17.6 3	17.3 3	16.2 3		16.1 3
1	17.6	17.3	17.6 3	17.8	17.6	16.8	16.4	15.4 3	16.1	15.4	16.1	16.1	16.1 3
1	16.2	16.1	15.9	15.9 3	16.5 3	16.6	16.5 3	15.9 3	17.0 3	16.7 3	16.3 3	16.2 3	16.2 3
1	17.0	16.8	17.0	17.1	17.1	17.5 3	16.8	17.2	17.6	16.0	16.1 3	16.1 3	16.1 3
1	17.4	18.0	17.3 3	17.1	17.6	17.8 3	17.4	17.0	17.4	16.2	16.3 3	16.1 3	16.1 3
1	17.4 3	17.5 3	18.5 3	17.8 3	17.7 3	17.5 3	17.0 3	*	*	*	*	16.5	16.1 3
1	16.8	16.7	16.7 3	17.3 3	17.3 3	17.9 3	16.9	17.2 3	16.9 3	16.6 3	16.5	16.5	16.1 3
1	16.5 3	16.6 3	16.9 3	17.2 3	17.4 3	17.1 3	16.9 3	16.5 3	17.2 3	16.4 3	16.2 3	16.1 3	16.1 3
1	16.7 3	17.3	17.7	17.9	17.6	17.9	16.9	16.8	17.5 3	16.1	16.1 3	16.2 3	16.1 3
1	16.3	16.3	16.4	17.1	16.8	16.7	16.7	16.6	17.9	15.4	17.3	16.5 3	16.1 3
1					17.9	16.8							16.1 3
	16.7	16.9	17.2	17.3	17.3	17.2	16.8	16.9	17.0	16.1	16.1	16.1	16.1 3
	17.8	18.2	18.5	18.1	17.9	17.9	17.6	17.4	17.8	17.2	16.2	16.1	16.1 3
	15.7	15.7	15.9	16.8	16.4	16.3	15.9	15.8	15.7	15.0	15.0	15.0	16.1 3

ANEXO D

DATOS DE NUBOSIDAD

I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

VALORES MEDIOS MENSUALES DE HUMEDAD (Oct-95)

ESTACION: 01010
LOCALIDAD: BOYACA

FECHA DE PROCESO: 971215

ELABORADO POR: J. A. GARCIA

ALTITUD	8532 M	TIPO EST	CP	SECTO	ECOMIA	FECHA INSTRUCCION
INSITU	7330 M	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	SANACA	FECHA SUSPENSION
ELEVACION	2600 M.S.N.M.	REGIONAL	06 BOYACA-CASAH	CORRIENTE	ERCHANEL	

=====

EST ENT ENERO * FEBRE * MARZO * ABRIL * MAYO * JUNIO * JULIO * AGOST * SEPTI * OCTUB * NOVI * DICI * 12. HORA

=====

2 01			3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
2 01	6	6	5	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6
2 01		5	5	6	6	6	6	6	7				
2 01	5	5	6	5	6	5	6	6	5	6	6	6	6
2 01	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	4	4
2 01	4	4	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4	4
2 01	4 3	4	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4
2 01	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
2 01	4	4	6	6									
2 01	2	3	5	5	5	5		4	6	5	4	4 3	4
2 01	3 3	4 3	4 3	6 3	5	5 3		5 3					5
2 01	3	4	6	6	6	6	6	6	6	7	6	5	5
2 01	4	5	3	6	6 3	6 3	6 3	6 3	6 3	6 3	6 3	5 3	5 3
2 01	4 3	2	2	2	2	2	2	5 3	2	5 3	5 3	5 3	5 3
2 01			6 3	6 3	6 3	6 3	6 3	5 3				5 3	5 3
2 01	4 3		5 3	6 3			4 3					5 3	5 3
2 01	4 3	5 3	5 3			5 3			5 3	5 3	5 3	5 3	5 3
2 01								5 3					
2 01		5 3	4	5 3	5 3	5 3	5 3	5 3	5 3	5 3	5 3	5 3	5 3
2 01	5 3	5	6	5	5	5	6	5	5	5	5	5	5
2 01	5 3	6 3	6 3	5 3	6 3	6 3	5 3	5 3	5 3	5 3	5 3	5 3	5 3
2 01	4 3	4 3	5 3	5 3	5 3	4 3	3 3	4 3	4 3	4 3	4 3	4 3	4 3
2 01	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	2 3	3 3	2 3	2 3	2 3	2 3	2 3	2 3
2 01	5 3	5 3	5 3	5 3	5 3	6 3	5 3	5 3	5 3	5 3	5 3	5 3	5 3
2 01	4 3	5 3	5 3	6 3	6 3	5 3	5 3	5 3	5 3	5 3	5 3	5 3	5 3
1 01	4 3	5 3	5 3	5 3	5 3	5 3	5 3	4 3	5 3	5 3	5 3	5 3	5 3
1 01	4 3	5 3	5 3	5	5 3	5 3	5 3	5 3	5 3	5 3	5 3	5 3	5 3
1 01	6	5	5	5 3					5	5	5	5	5
	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
3	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6
5	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3

ANEXO E

TABLAS DE MORBIMORTALIDAD

3.3.7 Morbilidad por consulta externa, según municipios, cinco principales causas 1990

Municipios	Tercera causa	Total 3a. causa	Cuarta causa	Total 4a. causa
se	Parasitosis intestinal	35	Hipertensión esencial	24
rita	Afecc. dientes y estruc. sostén	7	Hipertensión esencial	5
	Enf. infecciosas y parasitarias	19	Hipertensión esencial	16
	Inf. agudas de las vías respi. sup.	41	Infección intestinal	38
o	Enf. inflam. de cuello uterino	2	Parasitosis intestinal	1
aba	Inf. agudas de las vías respi. sup.	7	Enf. de pulpa y tej. periapicales	5
Río	Infección intestinal	20	Bronquitis no aguda no crónica	19
	Enf. infecciosas y parasitarias	12	Inf. agudas de las vías respi. sup.	11
	Rinofaringitis aguda	17	Tras. uretra y aparato urinario	14
	Enf. de pulpa y tej. periapicales	3	Enf. periodontales y de encía	1
Boyacá	Parasitosis intestinal	125	Infección intestinal	115
na	Inf. víricas en afecciones	6	Quir. media supurativa	6
quí	Enf. aparato respiratorio	40	Enf. infecciosas y parasitarias	33
B.	Infección intestinal	15	Inf. agudas de las vías respi. sup.	9
o	Enf. infecciosas y parasitarias	4	Hipertensión esencial	2
i	Infección intestinal	31	Parasitosis intestinal	27
a	Causas mal definidas de morbilidad	13	Influenza	7
é	Infección intestinal	52	Influenza	37
uardo	Infección intestinal	2	Tras. no inflamatorios de vagina	2
é de Pare	Faringitis aguda	8	Parasitosis intestinal	7
is de Gaceno	Enf. infecciosas y parasitarias	26	Inf. víricas en afecc. otra part.	22
iteo	Hipertensión esencial	8	Tras. uretra aparato urinario	8
guel de Sema	Trastornos de la conjuntiva	9	Infección intestinal	8
olo de Borbur	Hipertensión esencial	3	Amigdalitis aguda	3
Aría	Infección intestinal	23	Otros trastornos del dorso	9
losa	Influenza	30	Enf. pulpa y tej. periapicales	29
ofía	Hipertensión esencial	13	Influenza	5
h	Enf. de tej. dentarios duros	75	Infección intestinal	58
orte	Inf. agudas de las vías respi. sup.	20	Hipertensión esencial	18
ur	Osteoartritis reumatoide	8	Inf. agudas de las vías respi. sup.	8
que	Rinofaringitis aguda	11	Otros trastornos del dorso	9
	Infección intestinal	38	Lepra	33
	Infección intestinal	30	Hipertensión esencial	30
deco	Parasitosis intestinal	18	Inf. agudas de las vías respi. sup.	15
	Enf. de pulpa y tej. periapicales	13	Parasitosis intestinal	11
	Rinofaringitis	19	Tras. gástricos funcionales	9
	Sarampión	2	Infección intestinal	2
irá	Causas mal defi. descon. morbilidad	7	Dermati. por contacto y eczema	5
h	Hipertensión esencial	15	Enf. infecciosas y parasitarias	10
rchán	Inf. agudas de las vías respi. sup.	9	Hipertensión esencial	6
za	Amigdalitis aguda	5	Artritis reumatoide inflamatoria	4
	Influenza	15	Bronquitis no especificada	14
	Rinofaringitis aguda	37	Infección intestinal	36
	Infección intestinal	36	Parasitosis intestinal	22
a	Faringitis aguda	5	Afecciones dientes y estructura	5
	Tras. gástricos funcionales	3	Inf. víri. afec. clasf. otra parte	3
uc	Hipertensión esencial	12	Enf. infecciosas y parasitarias	10
	Parasitosis intestinal	7	Infección intestinal	6
	Parasitosis intestinal	3	Úlcera péptica	3
	Parasitosis intestinal	8	Causas mal defin. y descon. de morbi	6
ué	Infección intestinal	205	Enf. infecciosas y parasitarias	174
	Parasitosis intestinal	40	Bronconeumonía	39
	Dermati. por contacto y eczema	10	Tras. del desarrollo de dientes	8
	Enf. infecciosas y parasitarias	1	Jaqueca	1
semada	Parasitosis intestinal	9	Tras. uretra y aparato urinario	5
Leyva	Parasitosis intestinal	10	Hipertensión esencial	8
há	Inf. agudas de las vías respi. sup.	73	Formas de migr. proteinocalórica	45
ra	Gastritis y duodenitis	3	Sinusitis aguda	2
	Enf. pulpa y tej. periapicales	11	Infección intestinal	7

2.2.2 Defunciones registradas por ocho (8) causas principales, según municipios 1988-1990

Municipios	Total	Menores de un año	Municipi- dio	Causas de defunción						
				Cáncer	Isquemia corazón	Enferme- dades vías respi- ratorias superio- res y apa- rato respi- ratorio	Muerte acciden- tal	Enferme- dades cir- culatorias, pulmona- res y otras del co- razón	Enferma- dades ce- rebrales vas- culares	Afectio- nes ori- ginadas en el pe- ríodo perinatal
Plata										
1988	10	2	-	1	-	1	-	-	-	1
1989	5	1	-	-	-	1	-	-	-	1
1990	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Puerto Boyacá										
1988	241	13	23	21	28	11	95	14	15	7
1989	163	17	15	30	16	10	21	12	16	12
1990	192	18	40	23	16	9	24	19	10	6
Quipama										
1988	20	2	11	-	-	-	3	3	-	-
1989	49	-	29	-	1	-	5	9	1	-
1990	35	5	13	-	-	1	2	11	1	3
Rambriquí										
1988	159	13	1	2	2	6	4	112	2	9
1989	87	12	5	-	1	4	2	62	3	4
1990	67	12	-	1	3	6	3	36	3	5
Ráquira										
1988	29	1	-	1	-	2	1	2	1	1
1989	10	-	-	1	1	1	-	2	1	-
1990	29	-	2	2	5	2	3	2	1	-
Rondón										
1988	16	2	-	4	2	1	3	1	-	-
1989	10	1	-	2	-	1	-	6	-	-
1990	17	2	3	2	2	2	-	4	-	1
Saboyá										
1988	56	2	5	3	8	5	5	3	2	2
1989	62	-	19	3	8	4	4	3	4	-
1990	61	2	5	3	8	6	1	11	5	-
Sáchica										
1988	12	2	-	-	1	1	3	-	-	-
1989	15	-	1	1	1	-	4	2	1	-
1990	15	1	-	2	2	-	3	1	-	-
Samacá										
1988	47	-	1	4	3	6	6	6	5	-
1989	77	14	1	7	9	15	7	7	4	5
1990	54	2	-	6	4	12	7	4	7	-

ANEXO F

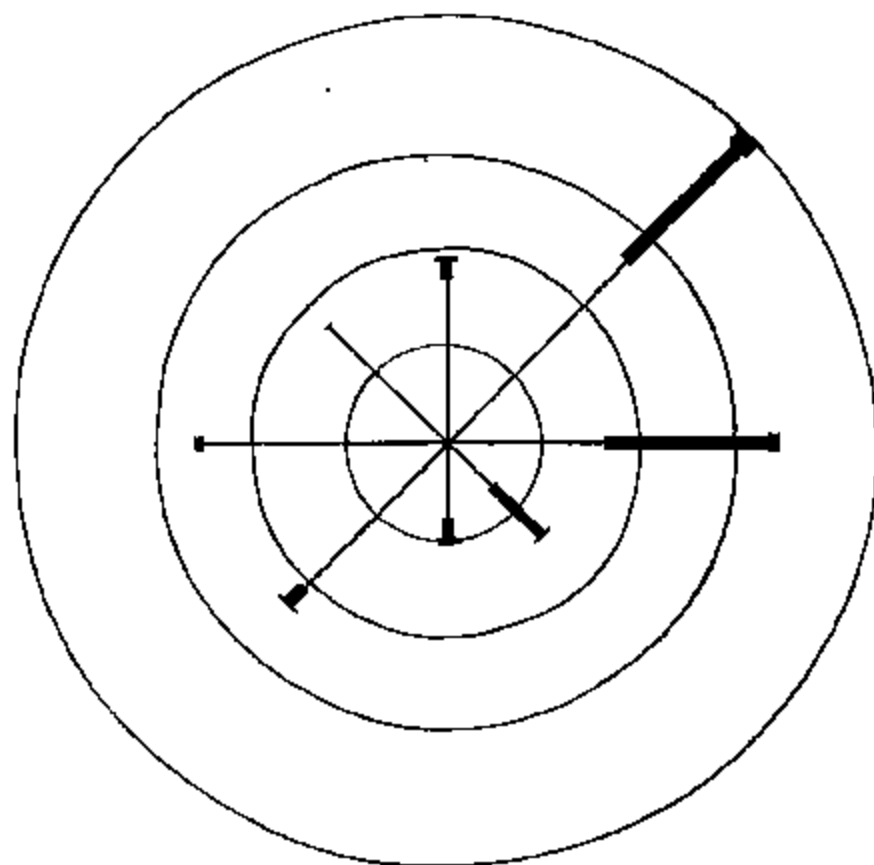
UNIDADES DE TIERRA IDENTIFICADAS

UNIDADES DE TIERRA IDENTIFICADAS							
ERAS DE MAYORES	LITOLOGIA	RELIEVE PREDOMINANTE	SUELOS DOMINANTES	VEGETACIÓN DOMINANTE	N. MAPA		
VERTIENTES MONTAÑOSAS SOBRE ROCAS CONSOLIDADAS	ARENISCAS	QUEBRADO	CLASES VI-VII	Pajonales de páramo	1		
				Arbustiva/Arbores	2		
				Cultivos y pastos	3		
		SUAVE A ONDULADO	CLASES IV-V	Arbustiva/Arbores	4		
					Cultivos y pastos	5	
	LUTITAS	QUEBRADO	CLASES VII-VIII	Arbores/Arbustiva	6		
				Arbores/Cultivos	7		
		ONDULADO A QUEBRADO	CLASES V-VI	Arbores/Cultivos	8		
			CLASE VI	Tierras erosionadas	9		
		SUAVE A ONDULADO	CLASES III-IV	Arbores/Arbustiva	10		
				Arbores/Cultivos	11		
				Cultivos	12		
		LUTITAS, CALIZAS Y MARIAS	ONDULADO A QUEBRADO	CLASES V-VI	Arbores/Cultivos	13	
	SUAVE		CLASES III-IV	Arbores/Cultivos	14		
CERROS SOBRE ROCAS POCO CONSOLIDADAS	ARCILLAS Y ARCILLOLITAS	QUEBRADO	CLASES VII-VIII	Arbores/Cultivos	15		
				Tierras erosionadas	16		
		ONDULADO A QUEBRADO	CLASES V-VI	Arbores/Cultivos	17		
					Cultivos y pastos	18	
					CLASE VI	Tierras erosionadas	19
		SUAVE A ONDULADO	CLASES III-IV	Pajonales de páramo	20		
					Arbores/Cultivos	21	
					Cultivos y pastos	22	
					CLASE VI	Tierras erosionadas	23
VERTIENTES MONTAÑOSAS A SUAVEMENTE INCLINADAS SOBRE ROCAS NO CONSOLIDADAS	DEPÓSITOS TORRENCIALES, DEPÓSITOS DE VERTIENTE Y/O DEPÓSITOS GLACIALES	QUEBRADO	CLASES VII-VIII	Pajonales de páramo	24		
		ONDULADO A QUEBRADO	CLASES V-VI	Arbores/Cultivos	25		
		SUAVE A ONDULADO	CLASES III-IV	Arbores/Cultivos	26		
					Cultivos y pastos	27	
TERRENOS PLANOS NO CONSOLIDADOS	ABANICOS Y TERRAZAS ALTAS	PLANO Y/O SUAVEMENTE ONDULADO	CLASES III-IV	Cultivos y pastos	28		
	TERRAZAS Y VEGAS Bajas, INUNDABILIDAD	PLANO	CLASES II-III	Cultivos y pastos	29		
				CLASES V-VI	Cultivos y pastos	30	
ZONAS CON USOS ACTUALES DETERMINANTES	ÁREAS URBANAS	ASENTAMIENTOS SUBURBANOS			31		
		URBANAS			32		
	ÁREAS DE SERVICIO E INFRAESTRUCTURAS DE LOCALIZACIÓN NO URBANA				33		
	ÁREAS INDUSTRIALES DE LOCALIZACIÓN SUBURBANA O RURAL				34		
	ÁREAS DE RECREACIÓN (Parques regionales y otros)				35		
	ÁREAS MINERO-EXTRACTIVAS	MINAS O CANTERAS DE SUBSISTENCIA			36		
		MINAS O CANTERAS SEMI-MECANIZADAS			37		
		MINAS O CANTERAS MECANIZADAS			38		
	ÁREAS DE RESERVA	NÚCLEOS PARA LA PROTECCIÓN DE RECURSOS NATURALES			39		

ANEXO G

ROSAS DE LOS VIENTOS

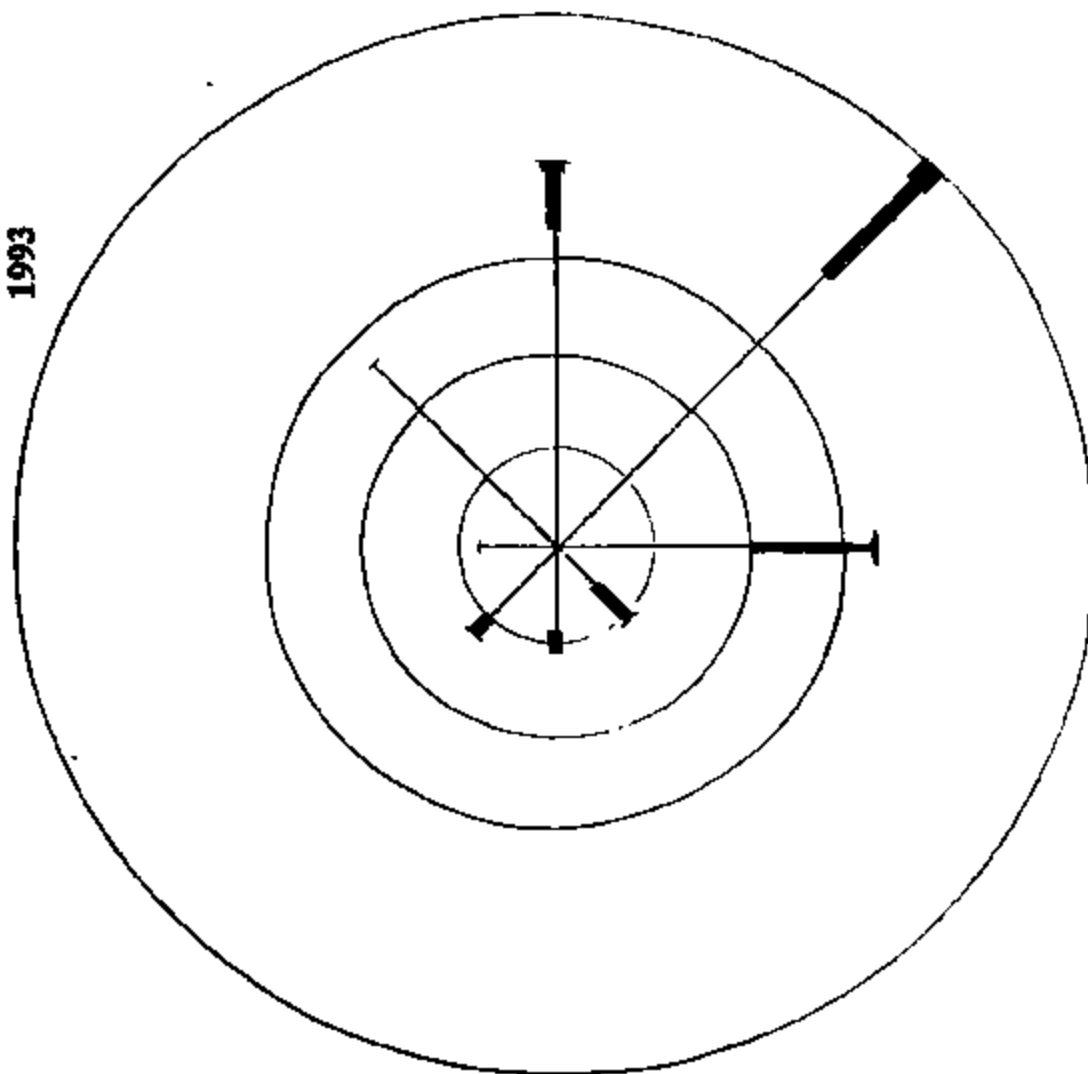
ROSA DE LOS VIENTOS
ESCLUSA TOLÓN
1992



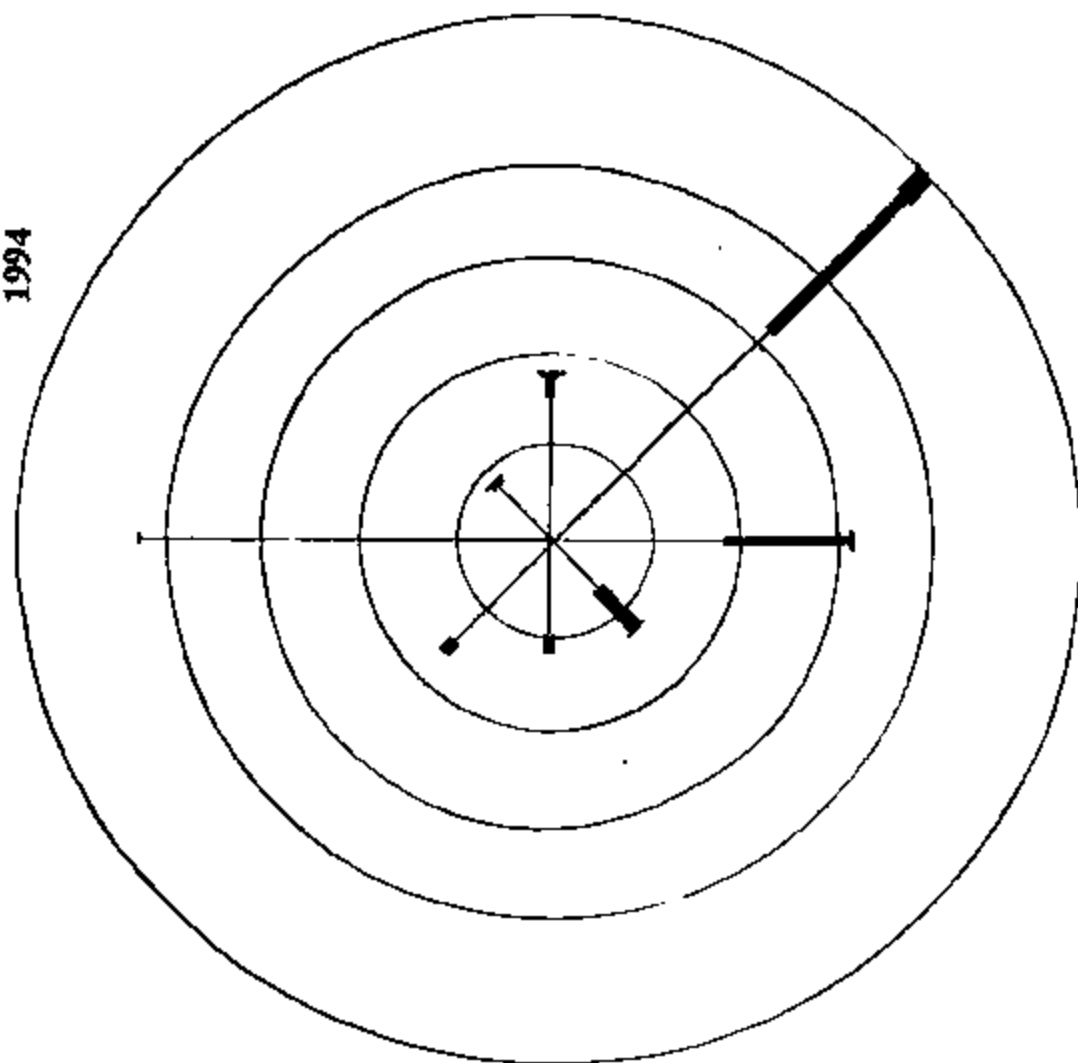
RANGO DE VELOCIDADES
(m/seg)

0.0-2.2 2.3-4.4 4.5-6.6 6.7-8.8
PORCENTAJE DE FRECUENCIA

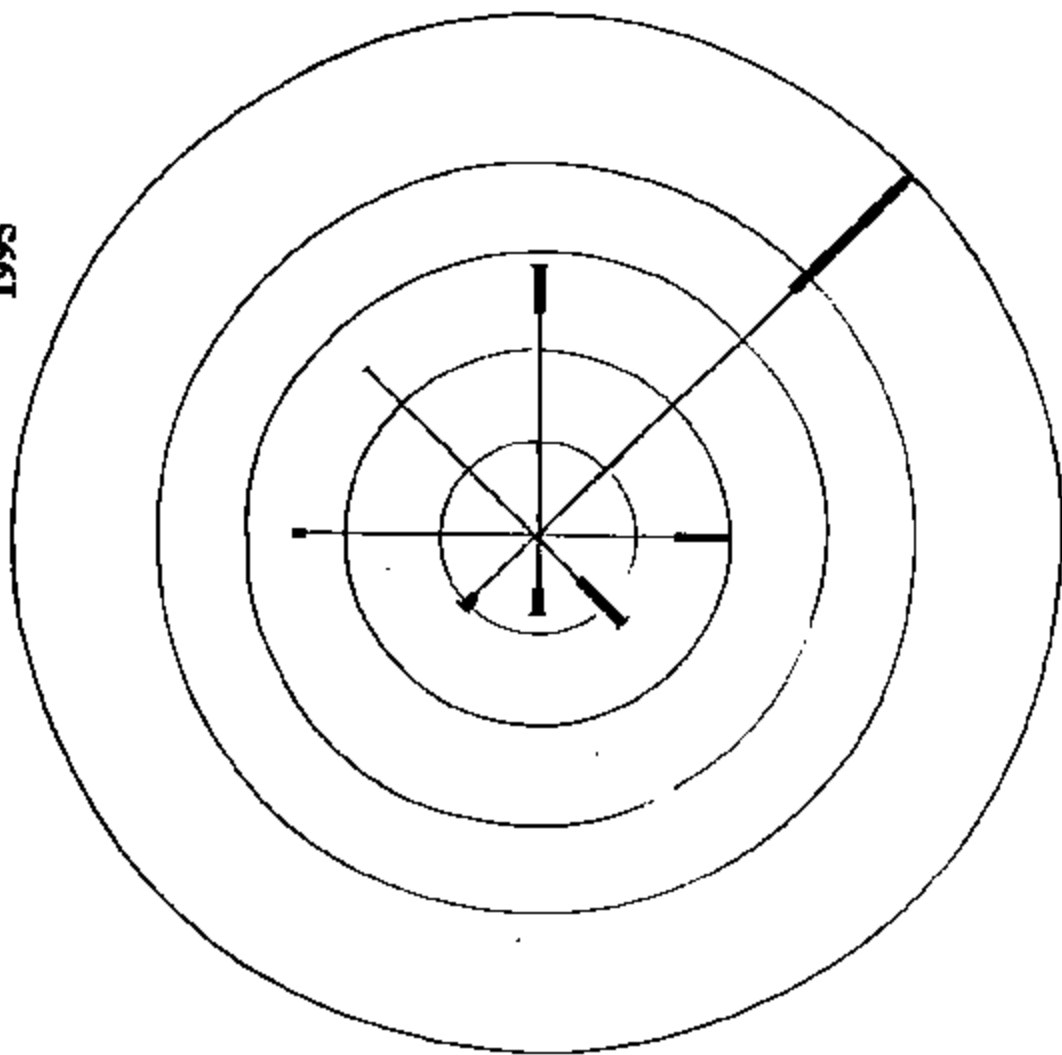
**ROSA DE LOS VIENTOS
ESCLUSA TOLÓN
1993**



ROSA DE LOS VIENTOS
ESCLUSA TOLÓN
1994



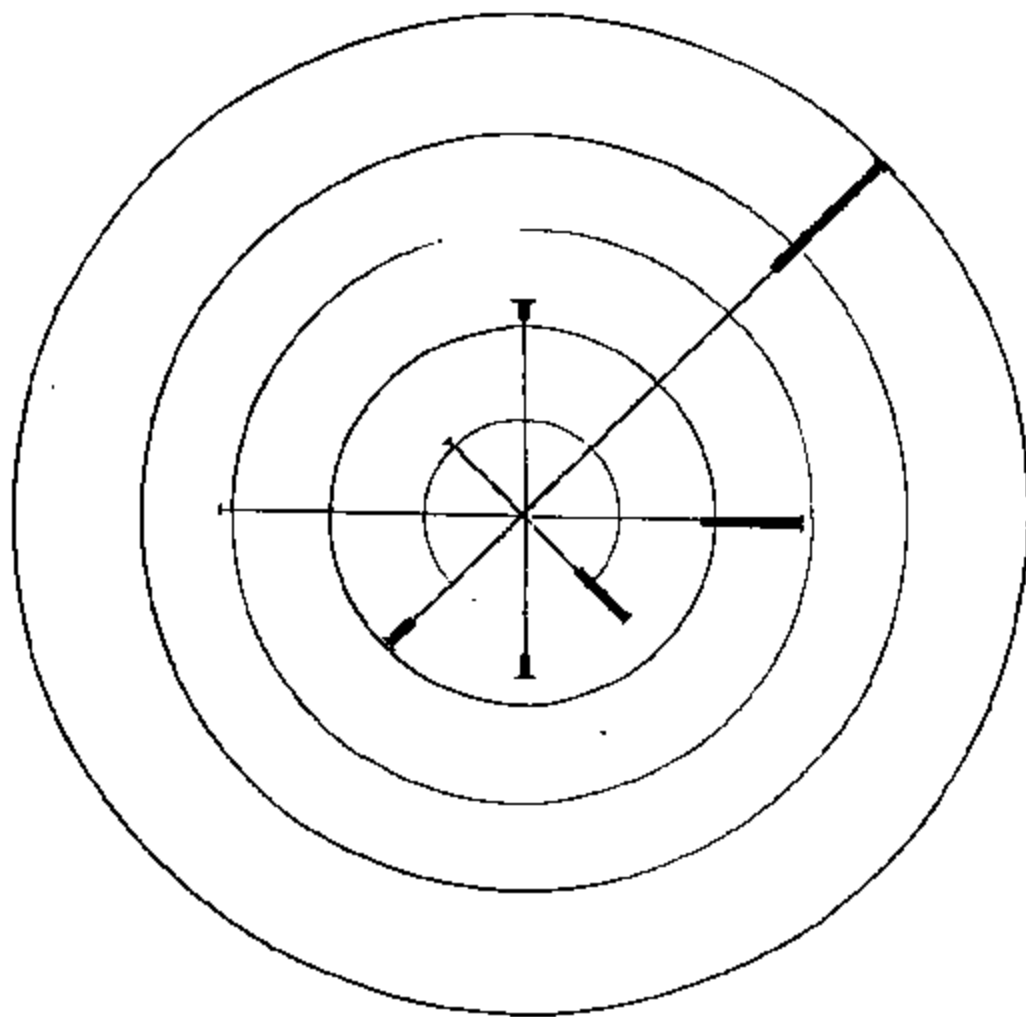
**ROSA DE LOS VIENTOS
ESCLUSA TOLÓN
1995**



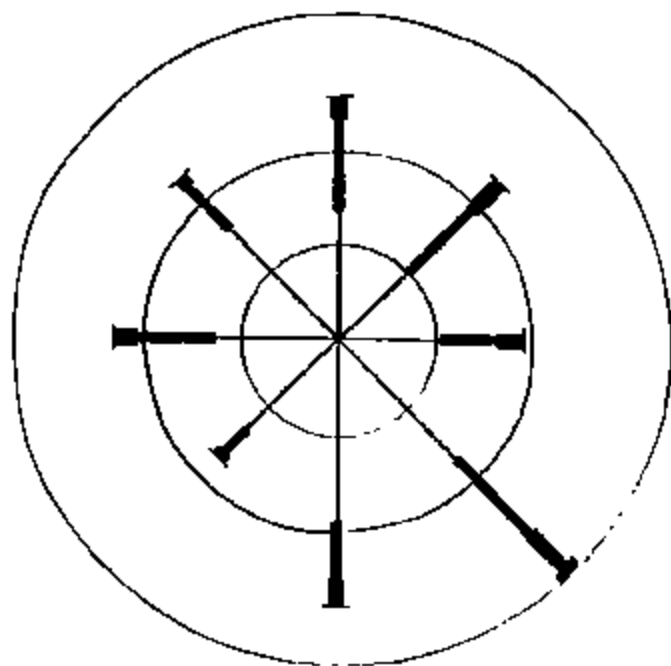
**RANGO DE VELOCIDADES
(m/seg)**

**0.0 -2.2 2.3-4.4 4.5-6.6 67-8.8
PORCENTAJE DE FRECUENCIA**

**ROSA DE LOS VIENTOS
ESCLUSA TOLÓN
1996**



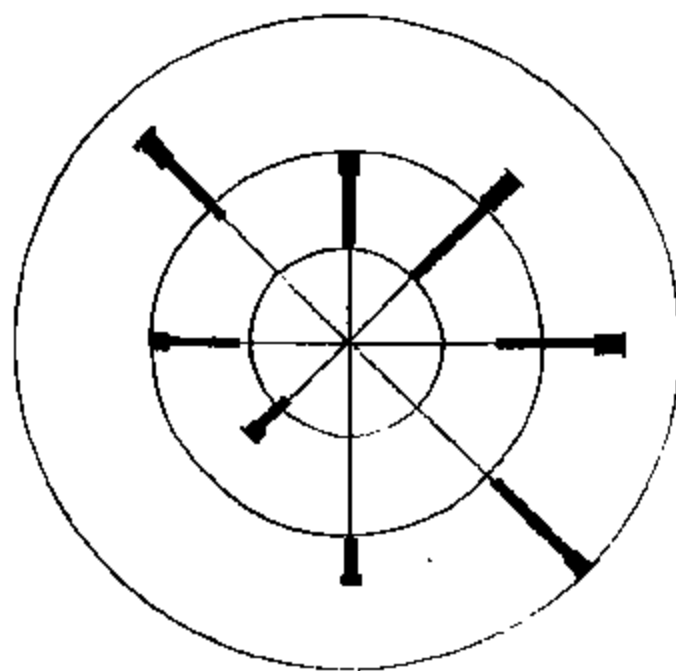
**ROSA DE LOS VIENTOS
SAN MIGUEL DE SEMA
1991**



**RANGO DE VELOCIDADES
(m/seg)**

**0.0 - 2.2 2.3 - 4.4 4.5 - 6.6 6.7 - 8.8
PORCENTAJE DE FRECUENCIA**

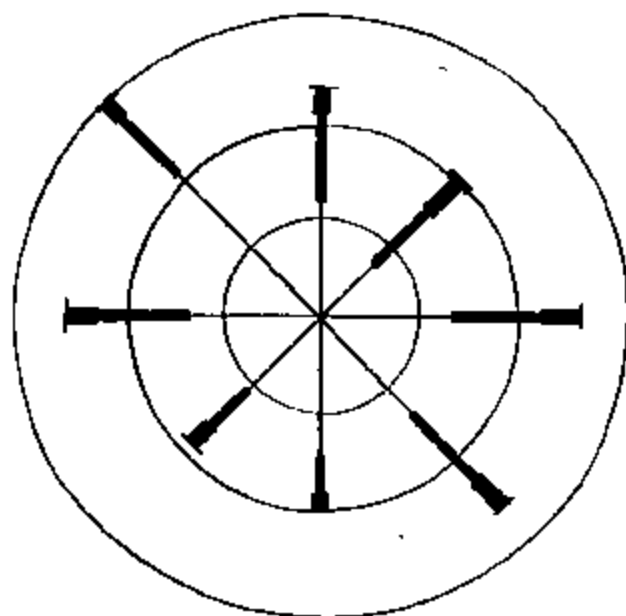
**ROSA DE LOS VIENTOS
SAN MIGUEL DE SEMA
1992**



**RANGO DE VELOCIDADES
(m/seg)**

**0.0-2.2 2.3-4.4 4.5-6.6 6.7-8.8
PORCENTAJE DE FRECUENCIA**

**ROSA DE LOS VIENTOS
SAN MIGUEL DE SEMA
1993**



**RANGO DE VELOCIDADES
(m/seg)**

**0.0-2.2 2.3-4.4 4.5-6.6 6.7-8.8
PORCENTAJE DE FRECUENCIA**

ANEXO H

ENCUESTA

INVENTARIO -FUENTES DE EMISION-

NUMERO DE LA FUENTE _____

DATOS DE IDENTIFICACION

NOMBRE _____

SEXO _____

EDAD _____

I. INFRAESTRUCTURA FISICA DE LOS HORNOS

Tipo de horno

Colmena _____

Otro _____

Tipo de ducto en el horno

Qué altura tiene la chimenea _____ m.

Qué diámetro tiene la chimenea _____ m.

Está funcionando el horno Si _____ No _____

Desde cuándo no funciona Mes _____ Año _____

II. COMBUSTIBLE

Qué tipo de combustible utiliza

Carbón _____

Madera _____

Otros _____ Cual _____

Cuánto combustible utiliza _____ kg/día

_____ kg/mes

Dónde obtiene la materia prima

Cartera _____

Comercio _____

Qué granulometría posee _____ cm

Cuántas unidades de cerámica produce al mes _____ und/mes

III. GENERACION DE RESIDUOS

Cantidad de residuos sólidos generados _____ kg/día

Qué hacen con los residuos industriales

Queman _____

Entierran _____

Otro _____

Existen pilas de carbón Si _____ No _____

IV. GENERACION DE RESIDUOS LIQUIDOS

Hay generación de líquidos domésticos Si _____ No _____

Hay generación de líquidos industriales Si _____ No _____

Cuáles _____

A dónde llevan los líquidos producidos _____

Hacen tratamiento a los residuos líquidos Si _____ No _____

ANEXO I

FACTORES DE EMISIÓN

Table 11.7-1 (Metric And English Units), PARTICULATE EMISSION FACTORS FOR CERAMIC
CLAY MANUFACTURING¹

EMISSION FACTOR RATING: A

Type Of Process	Uncontrolled		Cyclone ^b		Multiple-Stage Cyclone And Scrubber ^c	
	kg/Mg	lb/ton	kg/Mg	lb/ton	lb/ton	kg/Mg
Drying ^d	35	70	9	18	7	13.5
Grinding ^e	38	76	9.5	19	ND	ND
Storage ^f	17	34	4	8	ND	ND

^a Emission factors expressed as units per unit weight of input to process. ND = no data.

^b Approximate collection efficiency: 75%.

^c Approximate collection efficiency: 90%.

^d References 1-5.

^e Reference 3.

2/72 (Reformatted 1/95)

Mineral Products Industry

11.7-1

Table 1.1-4 (Metric Units). EMISSION FACTORS FOR PARTICULATE MATTER (PM) AND PM LESS THAN 10 MICROMETERS (PM-10) FROM BITUMINOUS AND SUBBITUMINOUS COAL COMBUSTION^a

Firing Configuration	SCC	Filterable PM ^b		PM-10	
		kg/Mg	EMISSION FACTOR RATING	kg/Mg	EMISSION FACTOR RATING
Pulverized coal fired, dry bottom, wall fired	1-01-002-02/22	5A	A	1.15A	E
	1-02-002-02/22				
	1-03-002-06/22				
Pulverized coal fired, dry bottom, tangentially fired	1-01-002-12/26	5A	B	1.15A ^c	E
	1-02-002-12/26				
	1-03-002-16/26				
Pulverized coal fired, wet bottom	1-01-002-01/21	3.5A ^d	D	1.3A	E
	1-02-002-01/21				
	1-03-002-05/21				
Cyclone furnace	1-01-002-03/23	1A ^d	E	0.13A	E
	1-02-002-03/23				
	1-03-002-03/23				
Spreader stoker	1-01-002-04/24	33 ^e	B	6.6	E
	1-02-002-04/24				
	1-03-002-09/24				
Spreader stoker, with multiple cyclones, and reinjection	1-01-002-04/24	8.5	B	6.6	E
	1-02-002-04/24				
	1-03-002-09/24				
Spreader stoker, with multiple cyclones, no reinjection	1-01-002-04/24	6	A	3.9	E
	1-02-002-04/24				
	1-03-002-09/24				
Overfeed stoker ^f	1-01-002-05/25	8 ^e	C	3.0	E
	1-02-002-05/25				
	1-03-002-07/25				

TABLE 1.1-2 (METRIC UNITS). EMISSION FACTORS FOR SULFUR DIOXIDE (SO₂), NITROGEN OXIDES (NO_x)^a, AND CARBON MONOXIDE (CO) FROM BITUMINOUS AND SUBBITUMINOUS COAL COMBUSTION^b

Firing Configuration	SCC	SO ₂ ^b		NO _x ^c		CO ^{d,e}	
		kg/Mg	EMISSION FACTOR RATING	kg/Mg	EMISSION FACTOR RATING	kg/Mg	EMISSION FACTOR RATING
Pulverized coal fired, dry bottom, wall fired	1-01-002-02/22	19S (17.5S)	A	10.85	A	0.25	A
	1-02-002-02/22						
	1-03-002-06/22						
Pulverized coal fired, dry bottom, tangentially fired	1-01-002-12/26	19S (17.5S)	A	7.2	A	0.25	A
	1-02-002-12/26						
	1-03-002-16/26						
Pulverized coal fired, wet bottom	1-01-002-01/21	19S (17.5S)	D	17	C	0.25	A
	1-02-002-01/21						
	1-03-002-05/21						
Cyclone furnace	1-01-002-03/23	19S (17.5S)	D	16.9	C	0.25	A
	1-02-002-03/23						
	1-03-002-03/23						
Spreader stoker	1-01-002-04/24	19S (17.5S)	B	6.85	A	2.5	A
	1-02-002-04/24						
	1-03-002-09/24						
Spreader stoker, with multiple cyclones, and reinjection	1-01-002-04/24	19S (17.5S)	B	6.85	A	2.5	A
	1-02-002-04/24						
	1-03-002-09/24						
Spreader stoker, with multiple cyclones, no reinjection	1-01-002-04/24	19S (17.5S)	A	6.85	A	2.5	A
	1-02-002-04/24						
	1-03-002-09/24						
Overfeed stoker ^f	1-01-002-05/25	19S (17.5S)	B	3.75	A	3	B
	1-02-002-05/25						
	1-03-002-07/25						

Clave de las categorías de estabilidad

Velocidad del viento superficial a 10 m (m/s)	Día			Noche	
	Radiación solar entrante			Cubierta de nubes	
	Fuerte	Modorada	Ligera	En su mayoría nublado	En su mayoría despejado
Clase ^a	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<2	A	A-B	B	E	F
2-3	A-B	B	C	F	F
3-5	B	B-C	C	F	E
5-8	C	C-D	D	D	D
>8	C	D	D	D	D

FUENTE: D. R. Turner *Workbook of Atmospheric Dispersion Estimates*, Washington, D.C.: NCEM, 1969.

^a La clase neutral, D, se debe usar para condiciones de nebulosidad durante el día o la noche. La clase A es la más inestable y la clase F la más estable. La clase B moderadamente inestable y la clase E ligeramente estable.

Table 2.57 (Part 1) Pasquill-Gifford Dispersion Parameters

X, km	Sigma Y, meters						Sigma Z, meters						Sigma y times Sigma z					
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
0.01	3.36	2.24	1.47	0.96	0.72	0.48	1.50	1.24	0.91	0.64	0.51	0.36	5.32	2.90	1.33	0.60	0.37	0.17
0.02	4.29	2.82	1.80	1.24	1.37	0.91	3.05	2.37	1.71	1.15	0.82	0.63	19.3	10.5	4.78	2.11	1.26	0.57
0.03	9.03	6.41	4.00	2.60	2.00	1.33	4.47	3.45	2.47	1.63	1.29	0.87	40.6	22.1	10.1	4.37	2.58	1.16
0.04	11.8	8.36	5.33	3.50	2.61	1.74	5.87	4.51	3.22	2.10	1.64	1.10	69.1	37.7	17.2	7.34	4.29	1.91
0.05	14.4	10.2	6.56	4.31	3.26	2.14	7.25	5.57	3.95	2.55	1.96	1.32	101	54.9	25.9	11.0	6.37	2.82
0.06	17.0	12.1	7.77	5.11	3.81	2.53	8.61	6.59	4.64	3.16	2.32	1.53	146	79.6	36.2	15.2	8.79	3.88
0.07	19.6	13.9	8.96	5.89	4.40	2.97	9.96	7.61	5.37	3.77	2.67	1.74	194	106	48.1	20.1	11.5	5.00
0.08	22.0	15.7	10.1	6.67	4.98	3.31	11.3	8.61	6.07	4.03	2.93	1.94	244	135	61.5	25.5	14.6	6.61
0.09	24.4	17.5	11.3	7.44	5.55	3.69	12.6	9.57	6.75	4.44	3.34	2.13	300	168	76.4	31.4	18.0	7.88
0.10	26.9	19.3	12.5	8.20	6.12	4.07	14.0	10.6	7.46	4.85	3.55	2.33	373	204	92.7	38.1	21.6	9.46
0.11	29.3	21.0	13.6	8.96	6.69	4.45	15.4	11.6	8.12	5.25	3.95	2.53	457	244	111	45.3	25.6	11.2
0.12	31.6	22.7	14.7	9.71	7.25	4.82	16.8	12.6	8.79	5.65	4.36	2.70	553	286	130	52.9	29.0	13.0
0.13	34.0	24.3	15.9	10.5	7.83	5.19	18.3	13.5	9.48	6.05	4.77	2.87	661	331	150	61.1	34.2	14.9
0.14	36.1	26.0	17.0	11.2	8.39	5.56	19.5	14.5	10.1	6.45	5.17	3.03	782	380	172	69.8	38.9	17.0
0.15	38.6	27.9	18.1	11.9	8.93	5.92	21.0	15.5	10.8	6.82	5.57	3.19	926	431	198	79.0	43.9	19.2
0.16	40.9	29.5	19.2	12.7	9.46	6.29	23.0	16.4	11.4	7.00	5.97	3.41	940	485	220	88.7	49.2	21.1
0.17	43.2	31.2	20.3	13.4	10.0	6.64	24.5	17.4	12.1	7.16	6.36	3.58	1,067+03	543	246	98.0	54.6	23.8
0.18	45.3	32.9	21.4	14.1	10.5	7.01	26.1	18.3	12.7	7.34	6.72	3.76	1,194+03	603	273	110	60.4	26.3
0.19	47.7	34.5	22.5	14.8	11.1	7.37	27.7	19.3	13.4	7.51	7.08	3.93	1,322+03	666	302	121	66.3	28.9
0.20	50.0	36.2	23.6	15.4	11.6	7.73	29.3	20.2	14.0	7.69	7.44	4.09	1,461+03	732	333	132	72.5	31.6
0.21	52.2	37.8	24.7	16.1	12.2	8.08	31.0	21.2	14.7	7.87	7.80	4.25	1,601+03	802	362	144	79.0	34.4
0.22	54.4	39.4	25.8	16.8	12.7	8.44	32.6	22.2	15.3	8.05	8.15	4.41	1,741+03	876	395	157	85.6	37.2
0.23	56.6	41.0	26.9	17.5	13.2	8.79	34.1	23.2	15.9	8.23	8.51	4.57	1,911+03	953	420	170	92.5	40.2
0.24	58.8	42.7	27.9	18.2	13.8	9.14	36.0	24.2	16.5	8.40	8.90	4.72	2,101+03	1,034	463	183	99.5	43.2
0.25	61.0	44.3	29.0	18.9	14.3	9.50	37.7	25.2	17.2	8.57	9.29	4.88	2,311+03	1,125	499	197	107	46.3
0.26	63.2	45.9	30.1	19.6	14.8	9.85	39.6	26.2	17.8	8.74	9.68	5.03	2,501+03	1,206	536	212	115	49.4
0.27	65.3	47.5	31.1	20.3	15.3	10.2	41.5	27.2	18.5	8.91	10.07	5.18	2,711+03	1,290	575	226	122	52.0
0.28	67.5	49.0	32.2	21.0	15.9	10.5	43.5	28.2	19.1	9.08	10.46	5.33	2,931+03	1,386	616	242	130	54.3
0.29	69.6	50.6	33.2	21.7	16.4	10.9	45.5	29.2	19.7	9.25	10.85	5.48	3,161+03	1,482	659	257	139	56.8
0.30	71.8	52.2	34.3	22.4	16.9	11.2	47.5	30.1	20.1	9.42	11.24	5.62	3,401+03	1,578	697	273	147	59.2

ANEXO J

EFFECTOS PRODUCIDOS POR PARTÍCULAS DE CARBÓN

EFECTOS Y FUENTES DE LOS CONTAMINANTES DEL AIRE

Tabla 1.3 Efectos observados de las partículas.

<i>Concentración</i>	<i>Tiempo de medición</i>	<i>Efectos</i>
60-180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media geométrica anual, con SO_2 y humedad	Acceleración en la corrosión de las láminas de acero y zinc
75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media anual	Norma de calidad del aire ambiente
150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Humedad relativa menor del 70 por ciento	Visibilidad reducida a 5 millas
100-150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		Luz solar directa reducida en un tercio
80-100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Con niveles de sulfatación de 30 $\text{mg}/\text{cm}^2/\text{mes}$	Puede ocurrir un aumento en la tasa de mortalidad de personas mayores de 50 años
100-130 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Con $\text{SO}_2 > 120 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Es posible que los niños experimenten un aumento en la incidencia de las enfermedades respiratorias
200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Promedio de 24 h y $\text{SO}_2 > 250 \mu\text{g}/\text{m}^3$	La morbilidad de los obreros industriales puede ser causa de un aumento en el ausentismo
260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximo una vez en cada 24 h	Norma de la calidad del aire ambiente
300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximo de 24 h y $\text{SO}_2 > 630 \mu\text{g}/\text{m}^3$	En los pacientes con bronquitis crónica puede que se presente empeoramiento agudo de los síntomas
750 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Promedio de 24 h y $\text{SO}_2 > 715 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Puede ocurrir un número excesivo de muertes y un considerable aumento en las enfermedades

FUENTE: Compendio de datos presentados en *Air Quality for Particulate Matter* de la National Air Pollution Control Administration, AP-49, Washington, DC: HEW, 1969.

***VER EL ORIGINAL
DE LOS PLANOS EN
LA TESIS EDITADA
EN PAPEL***